

Automaatio liiketoiminta- prosessien tukena



Jean-Peter Ylén, Olli Ventä, Teemu Tommila, Jari Lappalainen, Juhani Hirvonen,
Tommi Karhela, Matti Paljakka, Hannu Lehtinen, Juhani Heilala,
Janne Peltonen, Timo Malm, Janne Valkonen, Paavo Voho

Automaatio liiketoiminta- prosessien tukena



Tekesin katsaus 271/2010
Helsinki 2010



Tekes – rahoitusta ja asiantuntemusta

Tekes on tutkimus- ja kehitystyön ja innovaatiotoiminnan rahoittaja ja asiantuntija. Tekesin toiminta auttaa yrityksiä, tutkimuslaitoksia, yliopistoja ja korkeakouluja luomaan uutta tietoa ja osaamista ja lisäämään verkostoitumista. Tekes jakaa rahoituksellaan teollisuuden ja palvelualojen tutkimus- ja kehitystyön riskejä. Toiminnallaan Tekes vaikuttaa liiketoiminnan kehittymiseen, elinkeinoelämän uudistumiseen, kansantalouden kasvuun, työllisyyden vahvistumiseen ja yhteiskunnan hyvinvointiin. Tekesillä on vuosittain käytettävissä avustuksina ja lainoina lähes 600 miljoonaa euroa tutkimus- ja kehitysprojektien rahoitukseen.

Tekesin ohjelmat verkostoitumisen foorumeita

Tekesin ohjelmat tarjoavat yrityksille, yliopistoille, korkeakouluille ja tutkimuslaitoksille verkottumismahdollisuuksia, apua kansainvälistymiseen ja liiketoimintaosaamisen kehittämiseen sekä rahoitusta ohjelman aihepiiriin kuuluville tutkimus- ja kehitysprojekteille. Seminaarit, workshopit, ulkomaille suuntautuvat tutustumismatkat, koulutusohjelmat, uutiskirjeet ja muut julkaisut ovat ohjelmien keskeistä antia.

Copyright Tekes 2010. Kaikki oikeudet pidätetään.

Tämä julkaisu sisältää tekijänoikeudella suojattua aineistoa, jonka tekijänoikeus kuuluu

Tekesille tai kolmansille osapuolille. Aineistoa ei saa käyttää kaupallisiin tarkoituksiin.

Julkaisun sisältö on tekijöiden näkemys, eikä edusta Tekesin virallista kantaa.

Tekes ei vastaa mistään aineiston käytön mahdollisesti aiheuttamista vahingoista.

Lainattaessa on lähde mainittava.

ISSN 1797-7339

ISBN 978-952-457-503-4

Kannen kuva: Juha Suuronen

Taitto: DTPage Oy

Suomalainen insinööritaito ja prosessiteknologinen osaaminen ovat kansainvälisesti katsottuna erittäin korkeatasoisia. Automaatio on oleellinen osa näitä osaamisalueita. Alan suomalaiseen yritysjoukkoon kuuluu kansainvälisiä vetureita, sekä lukuisa määrä pieniä ja keskisuuria yrityksiä. Liikevaihtoa syntyy, kun on osaamista jota myydä. Markkinoilla pärjäävät parhaiten toimijat, jotka osaavat tunnistaa ja ketterästi hyödyntää orastavia uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Tulevaisuuden teollisuusautomaatiossa palvelut laajana käsitteenä edustavat 2/3 kokonaisvolyymista. Liiketoimintamallien kehittyessä myös automaation luonne ja tarve vastata uusiin haasteisiin muuttuvat. Automaation tulee pystyä tukemaan kasvavaa palveluliiketoimintaa uudistuvilla järjestelmillä. Automaatiojärjestelmien ja niitä toimittavien yritysten keskeisiä haasteita ovat suurten tietomäärien käsittely, palveluita tukevien tuotteiden kehittäminen sekä verkottunut toimintatapa kansainvälisille markkinoille mentäessä. Seuraavien vuosikymmenten ratkaisuisa suhteellinen kasvu on voimakkainta palveluissa ja ohjelmistoissa, johtuen digitaalisen tiedonsiirron voimakkaasta kehitymisestä, simuloinnista ja mallinnuksesta, päätöksenteon tukijärjestelmien yleistymisestä ja yleisestä integraatiosta. Jatkuvan tekniikan kehittymisen ja muuttuvien liiketoimintamallien myötä syntyvät seuraavien automaatiokupolvien tarpeet, joissa tulee korostumaan ympäristösäännökset ja energiatehokkaat ratkaisut. Jatkuva tiedon ja kommunikaation lisääminen laitteiden välillä lisää merkittävästi automaation tuottaman tiedon hyödyntämisen tarvetta johtamisratkaisuisa niin tuotannon kuin liiketoiminnan osalta.

Tekesin Automaatio liiketoimintaprosessien tukena - aktivointihanke tähtää uuteen ajatteluun ja näkökulmaan automaatioliiketoiminnan kasvun ja kehittämisen suhteen. Suurimman kasvun ennustetaan tulevaisuudessa tulevan automaatioon liittyvistä palveluista. Tämä edellyttää kykyä ratkaista asiakkaan tarpeita sekä taitoa esittää oman ratkaisun konkreettiset hyödyt asiakkaan näkökulmasta.

Osana aktivointihanketta tehty selvitys antaa vastauksia siihen, mikä on automaatioon liittyvien uusien palveluiden ja ohjelmistojen merkitys, sekä kehittämistarpeet erikoisesti pk-yritysten ja tutkimuksen uusien suuntien näkökulmasta.

Selvityksen on toteuttanut Tekesin toimeksiannosta VTT, jossa työstä ovat vastanneet Jean-Peter Ylén, Olli Ventä, Teemu Tommila, Jari Lappalainen, Juhani Hirvonen, Tommi Karhela, Matti Paljakka, Hannu Lehtinen, Juhani Heilala, Janne Peltonen, Timo Malm, Janne Valkonen, Paavo Voho



Tekes kiittää selvityksen toteuttamisesta VTT:tä, samoin kuin selvitystä tukenutta ohjausryhmää. Ohjausryhmän muodostivat Arto Marttinen, Seppo Vähimaa, Jukka Viitasaari, Simo Makkonen, Pekka Hemmi, Kari Koskela, Mika Aalto, Eero Silvennoinen ja Pekka Yrjölä. Kiitämme heitä työn suuntaamisesta ja arvokkaista kommentteista. Esitämme myös parhaat kiitokset kaikille kyselytutkimukseen vastanneille sekä haastatteluihin ja pk-yritysten työpajaan osallistuneille.

Automaatio liiketoimintaprosessien tukena – aktivointihankkeen tuloksena odotamme tulevaisuudessa automaatioalalle kasvavaa ja menestyvää liiketoimintaa, joka perustuu suomalaisten toimijoiden kykyyn ennakoida uudet asiakastarpeet ja hyödyntää niitä ketterästi globaalin ratkaisuntarjoajan roolissa. Tulevaisuuden menestystä luodaan nyt – tehdään se yhdessä!

Tekes – Teknologian ja innovaatioiden edistämiskeskus

Alkusanat

Liiketoiminnan haasteet vaativat teollisuudelta entistä parempaa mukautumiskykyä ja lisääntyviä tuotekehitysponnistuksia. Erityisen suurina toimintaympäristön muutokset kohdistuvat pieniin ja keskisuuriin yrityksiin, joiden markkina-alue on yleensä rajoitettu ja käytettävissä olevat resurssit pienet.

Yritysten lisäksi maamme innovaatiojärjestelmällä on merkittävä rooli näihin haasteisiin vastaamisessa. Muutaman viime vuoden aikana perustetut strategisen huippuosaamisen keskittymät, SHOKit, tukevat ensisijaisesti suuria yrityksiä ja niiden yhteistyötä. SHOKit on organisoitu teollisuudenaloittain ja automaatio on niissä useimmissa tärkeänä mahdollistavana teknologiana, mutta ei kuitenkaan varsinaisena kehittämisen kohteena. Tekes onkin käynnistänyt pk-sektorin kehittämiseksi ns. aktivointihankkeita, joilla se herättelee jonkin ajankohtaisen aiheen ympärillä toimivia yrityksiä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan.

Erityisesti automaatioalaa ajatellen Tekes on käynnistänyt aktivointihankkeen otsikolla "Automaatio liiketoimintaprosessien tukena". Sen tavoite on saada automaatioalan pk-yritykset huomioimaan muuttuvan liiketoimintaympäristön tuomat mahdollisuudet. Osana tätä automaation aktivointihanketta VTT on laatinut nyt käsillä olevan selvitysraportin. Sen tarkoitus on antaa vastauksia kysymykseen, mikä on automaatioon liittyvien ohjelmistojen ja palveluiden merkitys, ja mitkä ovat kehittämistarpeet erityisesti pk-yritysten ja tutkimuksen näkökulmasta. Tavoitteena on keskustella toimintaympäristön muutoksista ja antaa tietoa uusista liiketoimintaan ja tekniikkaan liittyvistä mahdollisuuksista sekä maan innovaatio- ja koulutusjärjestelmien tarjoamista palveluista. Toisaalta yrityksiltä kootut näkemykset ja tarpeet auttavat yhteiskuntaa myös erilaisten palveluiden ja yritysten toimintamahdollisuuksien kehittämisessä.

Espoo 22.3.2010

Tekijät



Sisältö

Esipuhe	5
Alkusanat	7
1 Johdanto	10
2 Automaatioliiketoiminnan trendit ja haasteet	12
2.1 Talouden trendit	12
2.1.1 Palveluliiketoiminta	13
2.2 Automaation liiketoiminta kokee murroksen	16
2.2.1 Maailman automaatiomarkkinat	18
2.2.2 Euroopan automaatiomarkkinat	18
2.3 Kyselyn, haastattelujen ja työpajan tuloksia	19
2.3.1 Trendit ja teknologiat	20
2.3.2 Liiketoiminnan haasteet	23
2.3.3 Automaatioliiketoiminnan kansainvälisyys	26
2.3.4 Automaation tutkimusympäristö	31
2.3.5 Yhteenveto Pk-edustajien työpajasta	31
3 Automaation uudet toteutusteknologiat	33
3.1 OPC Unified Architecture	33
3.2 Langattomat anturiverkot	34
3.3 Mallintaminen ja simulointi	37
3.3.1 Mallien kehittäminen ja hyödyntäminen	37
3.3.2 Vaikutukset automaatioalan liiketoimintaan	37
3.4 Tiedonlouhinta	39
3.5 Käyttöliittymä- ja vuorovaikutusteknologiat	40
3.5.1 Virtuaali- ja lisättyä todellisuutta hyödyntävä vuorovaikutus	40
3.5.2 Etävalvonta ja -käyttö	41
3.5.3 Sosiaalinen media	42
4 Automaation uudet sovellukset	43
4.1 Järjestelmien integroituminen ja liiketoimintaprosessien automaatio	43
4.2 Nousevat teollisuudenalat ja niiden automaatio	44
4.3 Palveluiden automaatio	46
4.4 Rakennusautomaatio	47
4.4.1 Automaatioaste nousee rakennuksissa	47
4.4.2 Kulutusmittareiden tietojen hyödyntäminen	49

4.5	Työkoneiden automaatio.....	50
4.6	Robottiautomaatio.....	51
4.7	Automaation turvallisuus.....	52
5	Automaatioon liittyvät palvelut.....	55
5.1	Automaatiopalveluiden markkinat kasvavat	55
5.2	Automaatiosuunnittelu.....	58
5.2.1	Automaatiosuunnittelu Suomessa.....	58
5.2.2	Haasteita ja mahdollisuuksia	59
6	Tutkimuksen ja kehityksen toimintaympäristö	62
6.1	Automaatioalan keskeiset tiekartat	63
6.2	Automaatioalan aktiviteetit Tekesin ohjelmissa ja SHOK:eissa.....	66
6.2.1	Tekes-ohjelmat.....	67
6.2.2	Strategisen huippuosaamisen keskittymät	69
6.3	Automaation tutkimus Suomessa.....	71
6.4	Automaatioalan koulutuspalvelut.....	72
6.5	Toimialajärjestöt.....	72
7	Yhteenveto ja suositukset.....	74
7.1	Yhteenveto kehitystrendeistä.....	74
7.2	Suosituksia.....	76
7.3	Toimenpiteet.....	81
	Lähdeviitteet	84
	Liitteet	
A	Kyselytutkimuksen yhteenveto	87
B	Pk-edustajien työpaja	104
C	Rakennusautomaation standardointi.....	110
	Tekesin katsauksia.....	112



1

Johdanto

Suomessa ei enää ajatella, että automaatio syö työpaikkoja. Tilanne on kääntynyt pääläelleen: automaatio on liiketoiminnan edistäjä. Tuottavuuden tehostaminen on jo pitkään ollut yksi tärkeimpiä keinoja teollisuustuotannon edellytysten säilyttämiseksi maassamme. Siinä automaatio on ollut tärkeä kehityksen mahdollistaja. Lisäksi automaatio tuo olennaista lisäarvoa maassamme valmistettuihin koneisiin, tuotannollisiin järjestelmiin ja suunnittelupalveluihin. Suomessa valmistetaan myös automaation tuotteita kuten

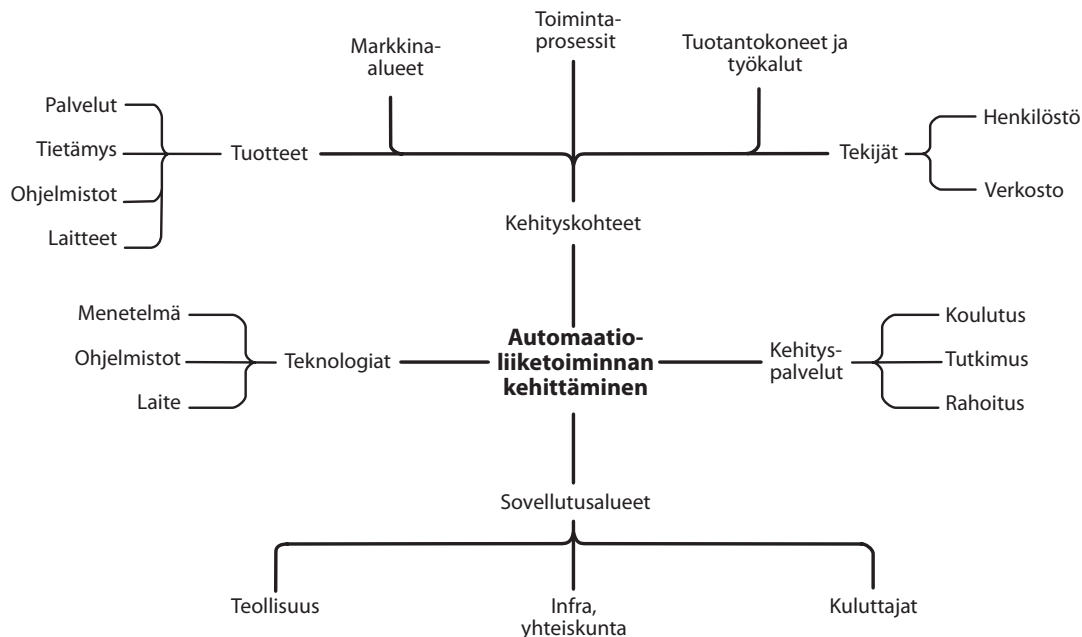
laitteistoja ja ohjelmistoja. Niiden ohella palvelut ovat entistä suuremmassa osassa. Uusi, edullinen tekniikka ja liiketoiminnan muutos tarjoavat valtaisan kasvun mahdollisuudet mutta muuttavat samalla perinteisen automaation olemusta.

Niin globaalien markkinoiden ja teknologian kehityksen maailmassa, kuin omassa muuttuvassa yhteiskunnassammekin yritys tarvitsee sekä kykyä havaita muutoksia että ketteryyttä ja taitoa muuttua itse oikealla hetkellä oikeaan suuntaan. Tämä on haaste kai-

kille, mutta erityisen suuri se on pienille toimijoille. Tarvitaan yhteistyötä ja verkottumista jo haasteiden ymmärtämiseksi, niiden jäsentelemiseksi ja niihin tehokkaalla tavalla vastaamiseksi. Juuri tästä tässä raportissa on kysymys.

Teollisuusautomaation liiketoiminnan arvo on 58 miljardia euroa maailmanlaajuisesti ja 24 miljardia Euroopassa (EC 2007). Automaatioala edustaa myös Suomessa merkittävää liiketoimintaa, ja maatamme voidaan pitää yhtenä automaation edelläkävijöistä. Erityisen suuri merkitys automaatiol-

Kuva 1. Tarkasteltavan alueen jäsenyyttä.



la on yleisenä, mahdollistavana teknologiana. Automaatiolla, laajasti ymmärrettynä, on enemmän tai vähemmän merkittävä rooli lähes kaikessa teollisessa toiminnassa, sekä kasvavassa määrin myös osana rakennuksia, logistiikkaa, palveluita ja ihmisten arkielämää. Näin ollen automaatioteknologialla on paljon vipuvoimaa liiketoiminnan kehittämisessä ja uuden synnyttämisessä. Kuva 1 jäsentää tarkasteltavaa aluetta pyrkien nostamaan esiin automaatioliiketoiminnan edistämiseen liittyviä asiakokonaisuuksia.

Seuraavien vuosikymmenten automaatiotratkaisuisa suhteellinen kasvu on voimakkainta palveluissa ja ohjelmistoissa. Ympäristön huomioon ottaminen ja energiatehokkaat ratkaisut korostuvat. Liiketoimintamallien ja teknologian jatkuva kehittyminen synnyttävät uusia tarpeita automaatiokentän eri järjestelmille. Tiedon määrän ja integraation kasvu lisäävät automaation tuottaman tiedon hyödyntämismahdollisuuksia niin tuotannon kuin liiketoiminnan päätöksenteossa. Raportin luvussa 2 pureudutaan mm. näihin automaatioliiketoiminnan trendeihin ja haasteisiin.

Talouden taantuma on pakottanut yritykset keskittymään perustoihintaan ja sen jatkuvuuteen kovin arkisin keinoin. Automaatioalakin on ollut kovassa puristuksessa. Uusien teknologisten haasteiden ottaminen voi tuntua tilanteeseen sopimattomalta. Alan yritykset tuntevat, että tämän hetken suurin haaste on yksinkertaisesti uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen. Tosin lähes samalle tasolle haasteena yltää uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys. Kunnossapidon osuuden selvään nousuun luottavat sekä pienet että suuret automaatioyritykset. Nämä ja paljon muita nä-

kemyksiä ajankohtaisista haasteista ja mahdollisuuksista koottiin tämän selvityksen osana tehdyssä kyselytutkimuksessa. Lisätuntumaa kehityssuunnista ja alan tunnelmista kerättiin haastatte- luin ja pk-sektorin edustajien työpajas- sa. Myös nämä ajankohtaiset tulokset on esitetty luvussa 2.

Automaatioalan muutos ei tapahdu pelkästään toimintaympäristön luomasta pakosta, vaan myös uuden teknologian tuomista mahdollisuuksista. Luku 3 esittää katsauksen muutamista uusista tai nousevista toteutusteknologioista, kuten OPC UA:sta, langattomista anturiverkoista, simuloinnista, tiedonlouhinnasta ja etähallinnasta.

Pitkällä aikavälillä suurin markkinapotentiaali ei löydy olemassa olevien prosessien ja järjestelmien automaatiosta, vaan maailmaa olennaisesti muuttavista murroksista ja kehityskuluista. Yksi tällainen kehityssuunta on informaation lisääntyminen ja yleinen digitalisoituminen. Teollisessa toiminnassa se on jatkunut pitkään ja tulee jatkumaan, mutta rakennuksissa, koneissa, autoissa, kaupankäynnissä, kotona ja ihmisten kanssakäymisessä murros tapahtuu parhaillaan. Oikea tieto, oikeaan aikaan, oikeassa paikassa, oikealla käyttäjällä on valttikortti kaikessa liiketoiminnassa. Myös ympäristötietoisuuden nousu eri ilmiöineen muuttaa maailmaa, ja ikääntyminen tuo länsimaissa haasteita. Energian tuottaminen ja käyttäminen, ravinnon tuottaminen, asuminen, kaupankäynti, liikkuminen, hoivatyö ja viihde ovat esimerkkejä alueista, joissa automaatio on jo, tai tulee todennäköisesti olemaan, keskeisesti mukana. Näistä uusista automaation sovelluksista kerrotaan luvussa 4.

Kun yritys lähtee laajentamaan ja kehittämään liiketoimintaansa, on var-

teenotettava vaihtoehto painopisteen siirtäminen palveluiden kehittämiseen ja myyntiin. Erikoistumalla se pystyy kehittämään ylivoimaisia palvelutuotteita. Automaatiopalveluiden oletetaan kasvavan selvästi nopeammin kuin perinteisten automaatiotuotteiden markkinoiden. Uutena mahdollisuutena nähdään palvelutarjonnan laajentaminen verkottumalla. Luku 5 jäsentelee tätä erittäin ajankohtaista aihetta.

Pienet ja keskiuuret yritykset tarvitsevat tukea kehityshankkeisiinsa. Tämä tuki voi olla rahoitusta, koulutusta, konsultointia tai tutkimus- ja tuotekehityspalveluita. Maassamme on vahva innovaatioympäristö, ja yritysten kannattaa hyödyntää sitä osaamisensa kasvatamisessa. Automaatioala on huomioitu hyvin Tekesin aiemmissa ohjelmissa, ja myös uusien strategisten huippuosaimiskeskusten (SHOK) useissa tutkimusteemoissa automaatiolla on tärkeä rooli. On hyödyllistä seurata myös kansainvälisellä tasolla tulevaisuuden tarpeiden ja kehityssuuntien pohtimista sekä teknologian suuntaamispyrkimyksiä, kuten standardointia. Luku 6 tarkastelee automaatioalan kansainvälisiä tulevaisuuden visioita ja esittelee kotimaista tutkimus-, kehitys- ja koulutusympäristöä.

Voiko maamme olla tulevaisuudessaakin automaation edelläkävijä? Millaisia ovat ne automaatiotuotteet, palvelut ja osaaminen, joiden avulla Suomessa tai Suomesta käsin toimivat yritykset menestyvät kansainvälisessä kilpailussa? Mitkä ovat menestymisen keskeiset edellytykset? Raportti kulminoituu luvussa 7 yhteenvedoon ja konkreettisiin suosituksiin. Määrätietoisella toiminnalla ja yhteistyöllä teemme suomalaisesta automaatio-osaamisesta maailmanluokan menestyjän ja rungon kasvavalle liiketoiminnalle.



2

Automaatioliiketoiminnan trendit ja haasteet

Automaatiosta on tullut kaikkialla teollisuudessa ja yhteiskunnassa läsnä olevaa tekniikkaa. Sulautettuun automaatioon on totuttu niin hyvin, ettei sitä usein edes huomata. Esimerkiksi modernissa autossa on kymmeniä tietokoneita huolehtimassa auton toiminnasta ja turvallisuudesta. Automaatio ymmärretään tässä raportissa laajasti teknologiana, jonka avulla hallitaan teollisuuden tuotannollisia järjestelmiä. Automaation sovelluskohteita ovat siis esimerkiksi prosessiteollisuus ja kappale-tavarateollisuus mutta myös rakennukset ja laivat. Automaatio kattaa noissa kohteissa tarvittavat laitteet ja ohjelmistot sekä elinkaaren eri vaiheissa tarvittavat palvelut. Näiden pohjana ovat erityisesti elektroniikka, tieto- ja tietoliikennetekniikka sekä systeemi- ja säätötekniikan ja operaatioanalyysin teoriat. Toiminnallisesti automaatio ulottuu ohjattavan kohteen antureista ja toimilaitteista tuotannon koordinointiin ja optimointiin tehdastasolla, joiltakin osin myös laajemmin. Näin ollen automaatioon sisällytetään perinteisen automaatiojärjestelmän (DCS) ”yläpuolella” toimivat valmistuksenohjausjärjestelmät (MES) ja toiminnanohjausjärjestelmä (ERP). Automaation menetelmiä voidaan soveltaa myös monelle arkielämän alueelle, mitä ei pidä unohtaa lii-

ketoimintamahdollisuuksia etsittäessä. Siksi tämä raportti tarkoituksellisesti osin myös ylittää teollisuusautomaation totutut rajat.

Automaatio on lähes aina vain osa liiketoiminnan ja tuotannon kokonaisratkaisua. Näin automaatioyrityskin joutuu toimimaan osana monialaista toimintusketjua. Markkinoiden ja liiketoiminnan muutokset, nopeasti kehittyvä teknologia ja yhteiskunnan taholta tulevat vaatimukset asettavat Suomen automaatioalan suuren haasteen eteen. Tämä luku käsittelee automaatiota liiketoimintana sekä koostaa osana tätä selvitystä tehdyn kyselytutkimuksen, haastatteluiden ja työpajan tulokset.

2.1 Talouden trendit

Mailmalta on jo jonkin aikaa havaittu signaaleja, joiden mukaan talouden taantuma on jo voitettu, mutta vastakaisiakin mielipiteitä on esitetty. Kriittisimpien mukaan taantumän synny on ylivelkaantuminen. Kun taloutta elvytetään keinotekoisesti, valtavalla rahamäärällä saadaan aikaan vain väliaikaista parannusta muuttamatta taustalla olevia rakenteita. Ylivelkaantuneiden kuluttajien lisäksi myös valtiot ovat velkaantuneita, koska elvytyspaketit on toteutettu pääosin velkarahalla. Velat

on maksettava, joten veroja on korotettava - kuluttajien ostovoima pienee ja talouden syöksykierre syvenee. Suomen kannalta nykyinen taantuma on hyvin ristiriitainen: asuntojen hinnat ovat nousseet 10 % ja kuluttajien luottamus tulevaisuuteen on korkea, vaikka samaan aikaan työttömyys kasvaa.

Jos länsimaissa on vasta varovaisia positiivisia signaaleja, niin Kiinan markkinoilla on jo kova vauhti päällä - siellä puhutaan jo kuplasta. Kiinan talouden nopeaa nousua edesauttavat monet tekijät: valtavat kotimarkkinat, suuret elvytystoimet, edelleen edullinen työvoima sekä valtion kontrolloimat talousmekanismit, joita voidaan helposti ohjalla.

Euroopan tilanne on Euroopan Unionin integraatiosta huolimatta edelleen hyvin hajanainen. Valtiot ovat eri linjoilla talouden suhteen – jotkut kannattavat suuria tuki- ja elvytystoimia, toiset eivät. Kun haastateltiin alan tutkijoita, niin talouden kehitysnäkymät eri valtioissa vaihtelivat merkittävästi – Saksan osalta talouden kehitys näytti hyvältä, mutta erityisesti Etelä-Euroopan valtioilla näkymät olivat hyvin erilaiset.

2000-luvulla yksi tärkeimmistä talouden rakennemuutoksista on ollut globalisaatio, joka on tälläkin hetkellä vasta kehityskaarensa alkuvaiheessa.

Suurin osa rakennemuutoksesta on ollut globalisaation ensimmäistä vaihetta, jossa vähän koulutusta edellyttävät työtehtävät ja perustuotanto siirtyvät edullisemman kustannusrakenteen maihin lähinnä kustannussäästöjen vuoksi. Globalisaation toisessa vaiheessa siirtyvät yksittäiset toimipaikat ja työtehtävät - eivätkä pelkästään alemman koulutustason tehtävät.

Ulkoistaminen

Suomessa on meneillään toimintojen ulkoistaminen ja monissa tapauksissa tiettyjen tehtävien siirtäminen ulkomaille. Yleinen trendi tällä hetkellä on, että suunnittelu pysyy edelleen Suomessa, mutta tuote tehdään muualla ja myydään Suomessa tai kansainvälisesti. Tämä on hyvin tyypillistä esimerkiksi vaateteollisuudessa, jossa valmistustoiminta on lähes kadonnut, mutta n. 80 % jalostusarvosta jää Suomeen. Samaa trendiä on nähtävissä myös muilla teollisuudenaloilla.

Ali-Yrkkö esitti vuonna 2006 tuloksia suomalaisten yritysten ulkoistamistoimista (Taulukko 1). Häntä haastateltiin vuonna 2010 ja kysyttiin, miten tilanne on muuttunut. Hän kertoi, että jotkut toimintojensa ulkoistaneista yrityksistä ovat peruneet ulkoistamispäätöksensä taloudellisen taantuman seurauksena.

Yrittäjyyttä tarvitaan

Yleinen käsitys on, että suomalaiset ovat turvallisuushakuisia, välttävät riskinottoa. Heillä on huono itsetunto, eivätkä he näe yrittäjyyttä houkuttelevana uravaihtoehtona. GERAn (Global Entrepreneurship Research Consortium) GEM-mittaristo (Global Entrepreneurship Monitor) puoltaa tätä käsitystä (GERA 2008). Vuoden 2008 raportissa 43 valtiota analysoitiin ja mittarilla, joka mittaa yrittäjyystoiminnan houkuttelevuutta uravalintana Suomi jäi toiseksi viimeiseksi heti Japanin jälkeen, kuten myös mittarilla, jolla mitattiin luotamusta innovaatioiden menestymiseen. Paradoksaalisesti Suomi sai korkeimmat pisteet mittarilla, jolla mitattiin, kuinka suuri osa väestöstä on saanut yrittäjyyskoulutusta.

Mikä sitten Suomessa hillitsee intoa yritystoimintaan? Jos kyse on geneistä, niin hyvin vähän on tehtävissä. Todennäköisempää kuitenkin on, että ympäristö on tässä suhteessa dominoiva tekijä. On esitetty, että osatekijöinä yrittäjyyshaluttomuuteen ovat esim. koulutus, sosiaaliturvajärjestelmä ja liiketoimintaympäristö, jossa on suhteessa runsaasti suuria yrityksiä. Toisaalta pelkkä yrittäjyyden määrä ei vielä pelasta taloutta. Euroopassa eniten yrityksiä suhteessa väkilukuun on Portugalilla, Espanjalla ja Kreikalla, joiden talouk-

silla ei mene kovin hyvin Euroopan mitapuulla.

Palveluiden osuus kasvaa

Kun suomalaisia yrityksiä haastateltiin koskien siirtymistä palveluliiketoimintaan, niin asenteet olivat hyvin mustavalkoisia - osa yrityksistä näki palvelut mahdollisuutena ja osa ei. Tyypillinen kommentti palveluihin epäilevästi suhtautuvissa oli "Eihän me voida toistemme paitoja pesemällä elää". Totta, mutta olennaista olisikin erikoistua kapeammalle osaamisalueelle ja tehdä sitä, missä on hyvä. Kun palvelutuote on riittävän hyvä, sitä voidaan tarjota laajemmilla markkinoilla.

Trendi on Suomessakin kohti palveluverkostoa, jossa on paljon eri aloille erikoistuneita pieniä toimijoita. Tämä liiketoimintarakenne edellyttää yrittäjyyttä ja palveluliiketoiminnan sisäistämistä. Trendi on erityisen selvä automaatioalalla, jossa toimii lukuisa joukko pieniä suunnittelutoimistoja.

2.1.1 Palveluliiketoiminta

Palveluliiketoiminta ja sen tutkimus (SS-ME, Service Science Management and Engineering) on ollut merkittävässä kasvussa koko 2000-luvun. Yksi merkittävimmistä alan tutkijoista James Spohrer, IBM Almaden Services Research Center, on kuvannut useissa julkaisuissaan (Spohrer & al. 2007, Spohrer & Maglio 2008, Maglio & Spohrer 2008) kehityskulkua, jossa työvoima siirtyy maanviljelystä ja tavaroiden tuottamisesta palveluiden tuottamiseen. Tämä on erityisen selvää kehittyneissä, kalliin työvoiman maissa kuten oheisesta taulukosta nähdään (Taulukko 2).

Yksi merkittävä tekijä tässä kehityksessä on ollut automaatio, jonka avulla toimintaa on voitu tehostaa maanvil-

Taulukko 1. Yritysten ulkoistaminen vuonna 2006. (Ali-Yrkkö 2006)

	Ulkoistanut	Ulkoistanut kotimaahan	Ulkoistanut ulkomaille
Valmistus ja tuotanto	32.3 %	30.8 %	12.3 %
Tutkimus ja kehitys	22.6 %	22.3 %	6.6 %
Palvelut	60.2 %	59.6 %	2.7 %

Taulukko 2. Työvoiman jakautuminen eri sektoreille. (Spohrer & Maglio 2008)

Valtio	Osuus maailman työvoimasta	Työvoimasektorit			Palveluiden osuuden kasvu 25 vuodessa
		Maanviljely	Tuotanto	Palvelut	
Kiina	21.0 %	50 %	15 %	35 %	191 %
Intia	17.0 %	60 %	17 %	23 %	28 %
Yhdysvallat	4.8 %	3 %	27 %	70 %	21 %
Indonesia	3.9 %	45 %	16 %	39 %	35 %
Brasilia	3.0 %	23 %	24 %	53 %	20 %
Venäjä	2.5 %	12 %	23 %	65 %	38 %
Japani	2.4 %	5 %	25 %	70 %	40 %
Nigeria	2.2 %	70 %	10 %	20 %	30 %
Bangladesh	2.2 %	63 %	11 %	26 %	30 %
Saksa	1.4 %	3 %	33 %	64 %	44 %

jelyssä ja teollisessa tuotannossa. Halvemman työvoiman maissa ei ole vielä ollut vastaavaa tarvetta tehostaa toimintaa näillä alueilla, koska työvoimakustannukset ovat alhaisia. Palvelusektori kuitenkin kasvaa merkittävästi myös halvemman työvoiman maissa, koska yritykset ulkoistavat toimintansa ja ostavat alihankintana myös palveluita halvemman työvoiman maista (esim. puhelinpalvelut, ohjelmistoliiketoiminnat, jne.). Palveluiden siirtymistä halvemman työvoiman maihin ovat tarkastelleet mm. Bryson et al. (2004) kirjassaan "Service worlds: People, technology, organizations".

Siinä missä maanviljelystä ja teollista tuotantoa on tutkittu runsaasti, on palveluiden tutkiminen vielä alkutekijöissään. Nykyinen trendi on, että tehostaminen ja automatisointi näkyvät yhä merkittävämmiin myös palveluprosesseissa, joiden kannattavuutta tahdotaan myös kasvattaa. Yksinkertaiset palveluprosessit automatisoidaan ja monimutkaisempia palveluprosesse-

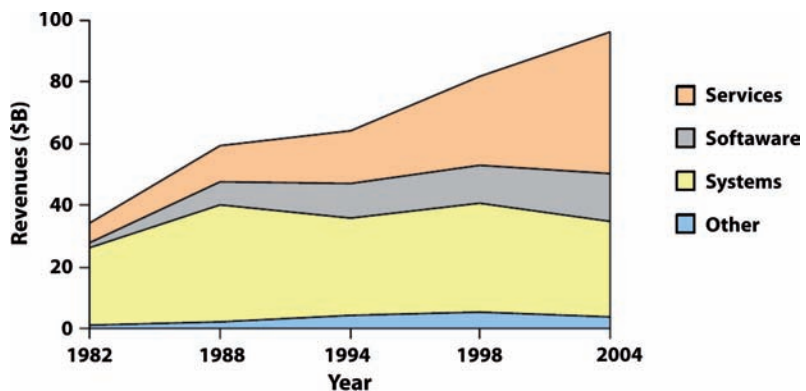
ja optimoidaan ja suunnitellaan paremmiksi ja tehokkaammiksi.

Spohrer ja Maglio (2008) tarkastelivat myös palveluliiketoiminnan merkityksen kasvamista yhden yrityksen kannalta ja ottivat kohteeksi yrityksen, jossa työskentelivät eli IBM:n (Kuva 2). Kuvas- sa nähdään, että palveluiden osuus liikevaihdosta on kasvanut systemaatti-

sesti 80-luvulta asti. Vuonna 2004 IBM:n liikevaihto oli 96 miljardia dollaria, josta palveluliiketoiminnan osuus oli 42 miljardia dollaria. He lisäksi totesivat, että vuonna 2004 palveluiden bruttokateprosentti oli vain 25 % kun ohjelmistoilla kate oli 90 %. Mikäli palveluiden tuottavuus kaksinkertaistuisi, saataisiin bruttokateprosentiksi 60 %. Jotta päästäisiin samaan katteeseen kuin ohjelmistoilla (90 %), pitäisi palveluiden tuottavuuden kymmenkertaistua. Tämän valossa ei liene yllätys, että yksi IBM:n tärkeimmistä kehityskohteista 2000-luvulla oli palveluliiketoiminnan tehostaminen.

Suomen palveluvienti on kuitenkin kansainväliseen tasoon nähden matalalla tasolla, vaikka erilaisten palveluiden yhteenlaskettu osuus bkt:stä on noussut jo noin 65 %:iin. Useissa länsimaissa tämä on kuitenkin vieläkin suurempi. Kasvupotentiaalia löytyy erityisesti tieto- ja osaamisintensiivisten palveluiden kehittämisessä ja myymisessä. Näissä Frost & Sullivanin raportin mukaan (Frost & Sullivan 2009) hinta ei usein ole keskeinen kilpailutekijä, vaan

Kuva 2. IBM:n liikevaihdon kehitys vuosina 1982–2004. (Spohrer & Maglio 2008)



esimerkiksi toimiva palvelukonsepti ja aktiivinen, onnistunut markkinointi. Tällä hetkellä ei ole olemassa kovin monia suomalaisia palvelukonsepteja, jotka ovat laajasti menestyneet kansainvälisillä markkinoilla. Markkinointi ja konseptien luominen ovat osa-alueita, joihin pitäisi jatkossa panostaa entistä enemmän.

Palveluprosessi ja palvelun tuotteistaminen

Monet pk-yritykset ovat toimineet palvelusektorilla menestyksekkäästi jo pitkään. Varsin usein asennus-, suunnittelu- ja tuotetukipalveluja tekevät pienemmät yritykset, vaikka vastuu laajemmasta automaatiourakoinnista olisikin suuremmalla yrityksellä. Suurempien kokonaisuuksien palveluprosessi koostuu usein palveluverkostosta, jossa on suuri määrä erilaisia toimijoita. Pk-yritysten on löydettävä oma erikoisalueensa tässä verkostossa.

Palveluprosessin olennaisia piirteitä on, että palvelun asiakas osallistuu palvelun tuottamiseen ja se, ettei palvelua ei voi varastoida. Palvelun tuotteistaminen eli konseptointi tarkoittaa palvelun konkretisointia eli ominaisuuksien luomista palvelulle ja palvelun paketointia eli sisällön, käyttötarkoituksen ja hinnan määrittelyä. Tällöin palvelu on helppo ostaa ja tietotaito sen ostamisesta helppo siirtää uudelle työntekijälle.

Palvelun markkinoinnin lähtökohdaksi otetaan mahdollisten ja todennäköisimpien asiakassegmenttien tarpeet, toiveet ja odotukset. Pyritään löytämään mahdollisuuksia tuottaa arvoa asiakkaalle. Huomioidaan myös segmenttien erot. Kilpailuvoimaa löydetään etsimällä nykytilanteesta asiakkaita vaivaavat ongelmat ja tuottamalla arvoa ihmisten välisissä kontakteissa.

Näistä yhdistetään markkinoinnin tavoitteet.

Palvelun tuotteistajan tavoitteena on Jussi Moisio (Qualitas Fennica Oy) mukaan (Moisio 2005):

- Sovittaa palvelu tietyn asiakas-kunnan tarpeisiin
- Määrittää palvelun sisältö yksikäsitteisesti
- Konkretisoida palvelun sisältö yksikäsitteisesti
- Konkretisoida palvelun hyödyt ymmärrettävästi
- Hinnoitella palvelu kannattavasti
- Parantaa palvelun laatua ja monistettavuutta
- Rakentaa palvelu modulaariseksi kokonaisuudeksi, jotta se on sovellettavissa erilaisiin asiakas-tarpeisiin
- Tehdä palvelusta aiempaa helpommin markkinoitava, myytävä ja ostettava
- Vapauttaa henkilöt puuduttavista rutiineista kehittävään työhön
- Asemoida palvelu kilpailijoihin nähden.

Moisio jakaa tuotteistamisen seuraaviin vaiheisiin:

- Sovi mitkä palvelut tuotteistetaan ja miksi
- Tunnista mitä palvelun ominaisuuksia asiakkaat voivat arvioida
- Tunnista mitä asiakkaat arvioimistaan ominaisuuksista arvostavat kaikkein eniten
- Tunnista myös muiden keskeisten sidosryhmien vaatimukset ja odotukset vietäväksi palvelun toimintaprosessin kuvaukseen
- Laadi palvelukuvaus hyväksymiskriteereineen
- Mallinna palvelun toimittamisprosessi

- Kokoa palvelukäsikirja tai kooste
- Sovi tuotteistusprojektin sisältö, vastuut ja aikataulut

Palvelukäsikirjassa on Moisio mukaan seuraavat osiot:

1. Palveluajatus, palvelupaketit ja pakettien yksittäiset palvelukuvaukset
2. Palveluiden toimittamisprosessit
3. Tarpeelliset työohjeet
4. Tarjous- ja sopimusmallit
5. Hinnastot
6. Markkinointi- ja myyntimateriaali
7. Kilpailijat

Esimerkkinä siitä, kuinka teollisuuden toimintatapojen muuttuminen (esim. ulkoistaminen) ja teknologia mahdollistajana ovat synnyttäneet uutta palveluliiketoimintaa, voidaan esittää palvelu, jossa toimittaja ottaa vastuun tuotteen (esim. prosessilaitte tai kemikaali) jatkuvasta suorituskyvystä. Tämä vapauttaa asiakastehtaan resursseja ko. tuotteen osalta ydinliiketoiminnan suorittamiseen. Toimittaja hyödyntää automaatiota ja internetiä etävalvonnan järjestämiseksi tuotteestaan, mikä mahdollistaa toimivan ja kustannustehokkaan ratkaisun molempien toimijoiden kannalta. Koska etävalvontaa käyttävän palvelun järjestäminen ei ole toimittajankaan ydinliiketoimintaa, työllistetään samalla IT-palveluntarjoaja pk-sektorilta.

Palveluliiketoiminnan haasteita

Teollisten palveluiden menestystekijä on niiden kyky parantaa asiakasyrityksen kilpailukykyä tuottavuutta ja kannattavuutta kasvattamalla. Teollisuuden palveluissa korostuu asiakkaan toimintaprosessiin liittyvä osaaminen ja tarpeiden syvällinen ymmärtäminen, jotta voidaan vaikuttaa asiakkaan pro-



sessin suorituskykyyn. Monimutkaisessa ja dynaamisessa liiketoimintaympäristössä perinteiset lähestymistavat eivät välttämättä enää riitä palvelukokonaisuuksien hallintaan ja lisäarvon hahmottamiseen. Palvelujärjestelmien hallinta ja kehittäminen vaativatkin usean alan taitoja; liiketoiminnan, ihmisten, organisaatioiden ja teknologian osamista sekä erityisesti kykyä tuottaa ja jakaa oikeanlaista tietoa eri osapuolien kesken.

Palvelujärjestelmät koostuvat useasta toimijasta ja niiden välisistä monimutkaisista vuoro-vaikutussuhteista, joiden ymmärtäminen on vaikeaa. Toimijat pyrkivät helposti optimoimaan oman toimintansa ja jättävät kokonaisuuden huomioimisen liian vähäiseksi. Tällöin päädytään helposti osa-optimointiin, jossa erilaiset häiriöt vahvistuvat. Lisäksi palveluihin sisältyy runsaasti vaikeasti määriteltäviä ja mitattavia pehmeitä muuttujia, kuten inhimilliset tekijät, jotka vaikeuttavat kokonaisuuden ymmärtämistä. Näillä tekijöillä on kuitenkin usein niin merkittävä vaikutus järjestelmän käyttäytymiseen, ettei niitä voi jättää tarkastelun ulkopuolelle. Hyvä esimerkki on ylityön tekeminen, joka voi lyhyellä aikavälillä kasvattaa tuottavuutta mutta pitkittyessään liiallisen rasituksen vuoksi heikentää sitä. Lisäksi erilaiset kulttuuritekijät vaikeuttavat palvelujärjestelmän eri osapuolien välistä kommunikaatiota ja ymmärtämistä.

Palveluverkostossa toimiminen

Menestyäkseen palveluverkostossa yrityksen on:

- Erikoistuttava siihen missä on hyvä
- Laajennettava asiakaskuntaa
- Laajennettava markkina-aluetta
- Reagoitava nopeasti muutoksiin markkinatilanteissa

- Oltava tietoinen siitä mitä verkostossa tapahtuu

Palveluverkoston idea on, että kukin verkoston osa keskittyy asioihin, joissa on hyvä. Jos yksi toimijoista on hyvä kaikessa ei verkostoa tarvita. Ydin-toimintaan keskittymiseen liittyy myös markkina-alueen ja asiakaskunnan laajentaminen. Mitä rajatumpaan toimintaan keskittyy, sitä suuremmalle joukolle sitä on tarjottava. Analogiana voidaan todeta, että hattukauppa voi onnistua suuressa kaupungissa, muttei pikkukylässä.

Asiakaskunnan laajentaminen on samalla myös yksinkertaista riskien pienentämistä kaikessa liiketoiminnassa. Kun tukeudutaan yhteen suureen asiakkaaseen, niin muutostilanteessa liiketoiminta voi kärsiä huomattavasti kuten eräs matkapuhelinyrityksen alihankkijan alihankkija tuli huomaamaan - liiketoiminnasta katosi 70 % yhdessä yössä.

Markkina-alueen laajentamisessa isot ja pienet yritykset ovat hyvin erilaisessa asemassa. Markkina-alueen kasvattamisessa on aina riskinsä, jotka korostuvat huomattavasti, kun siirrytään ulkomaille. Isoilla yrityksillä on erilainen riskinsietokyky kuin pienillä. Toisaalta isot yritykset menevät ainoastaan suurille markkina-alueille: Voi olla, että isoa toimijaa ei kiinnosta alle 100 miljoonan liiketoiminta, mutta pienemmälle yritykselle siinä on enemmän kuin kylliksi. Pk-yritykset voivat pienentää riskejä menemällä verkostona yhdessä toisten toimijoiden kanssa uusille markkina-alueille. Tällöin on olennaista löytää oikeat, toisiaan tukevat kumppanit, joiden kanssa voidaan toimia yhdessä.

Ydinosaaminen ei ole staattista - markkinatilannetta ja verkostoa on

tarkkailtava jatkuvasti ja muutoksiin on reagoitava nopeasti. Mikäli keskitytään asioihin, joita on aina tehty eikä seurata hiljaisia signaaleja, voi jäädä huomamatta markkinoiden iso murros. Metasäteellisuuden alkutaipaleella terva oli Suomessa tärkein vientiartikkeli sadan vuoden ajan, sitten teräslaivat tulivat ja puulle jouduttiin keksimään muita teollisia käyttökohteita. Nykyään paperi- ja selluteollisuus on samankaltaisen murroksen kynnyksellä. On oltava ketteryyttä löytää uusia tuotteita ja siirtyä uusille liiketoiminta-alueille.

2.2 Automaation liiketoimintakokee murroksen

Teollisuusautomaation toimintakenttä voidaan jakaa kahteen tuotantolaitoksen elinkaaren karkeaan vaiheeseen: suunnittelu & rakentaminen ja käyttö. Molemmissa tukipaaluina ovat automaation ja suunnittelun isot toimittajat ja toisaalta automaation isot hyödyntäjät. Pk-sektorin yritykset elävät jommankumman kanssa symbioosisa. Elinkaarivaiheessa palveluntarjoajat ovat toimittajien ympärille keskittyneet ja käyttövaiheessa laitoksen. Trendit kuten ulkoistus vaikuttavat kentän jakoon. Automaatioalan liiketoimintaa ja yrityksiä voidaan luokitella esimerkiksi seuraavasti:

- Automaation laitteiden, ohjelmistojen ja järjestelmätuotteiden (platformien) valmistus
- Automaatiota sisältävien laitteiden ja kone- ja prosessijärjestelmien valmistus
- Automaatioprojektointi
- Suunnittelu-, ylläpito-, ongelmanratkaisu ym. palvelut
- Automaatiotuotteiden maahan-tuonti ja jälleenmyynti

Suuria automaatioalan toimijoita maassa on melko vähän. Suuria järjestelmätuotteiden ja ohjelmistojen valmistajia on muutama. Insinööritoimistoista suomalaisittain suuria on vain muutama ja niiden toiminnassa automaatio edustaa pientä mutta toki merkittävää osaa. Pieniä suunnittelutoimistoja sen sijaan on lukumääräisesti paljon (ks. SKOL). Useissa tapauksissa pienten yritysten strategiana on toimia yhdessä suurten kanssa, esimerkiksi alihankkijana tai suunnitteluresurssina.

Automaatiopalveluita ja -laitteita hankkivissa loppukäyttäjäyrityksissä on tehostettu toimintaa, ulkoistettu palveluita, keskitytty ydintoimintaan ja vähennetty työvoiman määrää. Tästä on seurannut se, että yrityksillä ei enää ole oman yrityksen sisällä tuntemusta automaatioalan kehityksestä, uusista tuotteista ja teknologioista. Tämä on korostanut niiden riippuvuutta ulkopuolisista palveluntarjoajista ja laitetoimittajista. Voidaankin sanoa, että automaatioliiketoiminta on murroksessa, ja yritysten on tärkeää pohtia oman ansaintalogiikkansa kehittämistä hyödyn-

tämään muutoksen tuomat mahdollisuudet. Kun vuoden 2009 aikana laskukauden vaikutukset alkoivat näkyä selvästi automaatiotoimittajien tilauskannassa ja tuloksissa, tämä kehityskulku kiihdytti toimittajien kiinnostusta siirtyä laitteiden toimittamisesta palveluihin. Palveluliiketoiminta on kasvanut merkittävästi erityisesti kalliimman työvoiman maissa. Palveluliiketoimintaa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin osiossa 5.1. Kuva 3 havainnollistaa kolmijakoon laitteet-ohjelmistot-palvelut kohdistuvia muutostrendejä automaatioliiketoiminnassa.

Myös nykyinen taantuma on muutostoiminta. Laskusuhdanteen aikana prosesseja pyritään tehostamaan, jotta tuottavuus saadaan kasvamaan. Tuotannon tehokkuuden lisäksi loppukäyttäjillä on suuri tarve saada tuotteensa tasalaatuisiksi ja pienentää vaihteluita. Tämä on mahdollista suhteellisesti pienin investoinnein panostamalla automaatio- ja säätöratkaisuihin. Taantumasta riippumaton kehityskulku on ollut tuotannon siirtyminen edullisemman työvoiman maihin, jolloin kalliim-

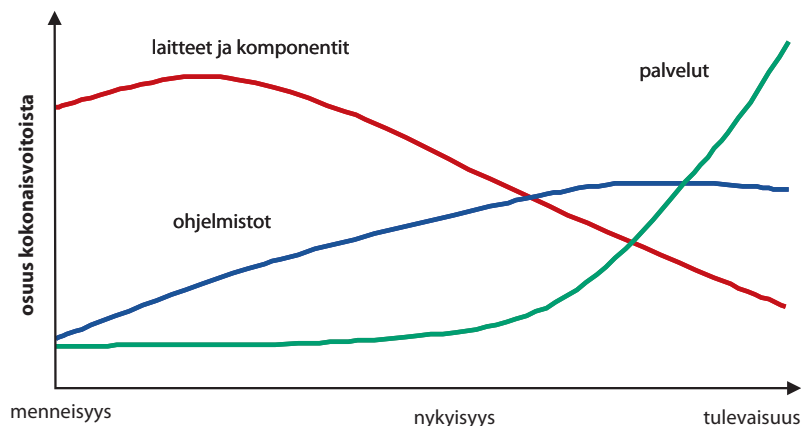
man työvoiman maissa paikallisten automaatiotoimittajien markkinat pienevät, jos he eivät siirry asiakkaiden perässä uusille markkina-alueille.

Asiantuntevan työvoiman tarve yrityksissä, joissa ammattitaitoiset työntekijät vanhenevat ja joissa muhii eläkepommi tietotaidon menettämisen muodossa, on myös johtanut automaatio-sovellusten lisääntymiseen (Weil 2010). Kehittyneet automaatioratkaisut mahdollistavat sen, että alhaisemman ammattitaidon työntekijät kykenevät toimiin, jotka aikaisemmin edellyttivät pitkällistä kokemusta. Yhtenä tärkeimmistä ratkaisuista kriittisen tiedon ja osaamisen siirtämisessä ovat koulutus- ja simulatoitimet (Iversen 2009).

Teollisuuden eri alojen kehitys poikkeaa paljon toisistaan, mikä yrityksen kannattaa huomioida toimintastrategiassaan. Esimerkiksi energiateollisuus on merkittävässä kasvussa erityisesti kasvavien markkinoiden maissa. Suuri osa energiasektorista on julkisessa omistuksessa, mikä mahdollistaa resursseja jopa taloudellisen taantuman aikana ja ylläpitää markkinoita automaatio- ja säätöratkaisuille.

Automaatiojärjestelmät ovat laajenemassa operatiiviselta tasolta taktiselle ja strategiselle tasolle ja integroituvat suunnittelu-, kunnossapito-, ERP-, CRM- ja liiketoimintaprosesseihin. Samalla järjestelmät leviävät myös yrityksen ulkopuolelle asiakkaisiin ja alihankkijoihin. Perinteisesti loppukäyttäjäyritykset ovat keskittyneet kapeasti oman tuotantolaitoksen sisäiseen toimintaan. Jos kuitenkin tahdotaan ymmärtää ja hallita ongelmia, jotka seuraavat muutoksista alihankkijoiden, asiakkaiden ja kilpailijoiden toiminnassa, on otettava huomioon koko ympäröivä verkosto ja optimoitava omaa toimintaa siinä.

Kuva 3. Automaatioalan murros muuttaa kokonaisvoiton jakautumista.



2.2.1 Maailman automaatiomarkkinat

Maailman automaatiomarkkinoiden kokonaismäärästä on hyvin ristiriitaista tietoa eri lähteissä, mikä johtuu siitä, että automaatioon sisällytetään eri asioita eri lähteissä. Jos automaatioon lasketaan mukaan sekä suorat prosessinhallinnan ratkaisut (hajautettu säätö, ohjelmoitavat logiikat, turva-automaatio ja ylemmän tason säädöt) että tuotannonhallinnan ratkaisut (MES Manufacturing Execution Systems, EMI Enterprise Manufacturing Intelligence, EAM Enterprise Asset Management, APC Advanced Process Control, simulointi), oli liikevaihdon kokonaisvolyyymi vuonna 2008 n. 35 miljardia dollaria Frost & Sullivanin mukaan (Frost & Sullivan 2009). Toisissa lähteissä automaation kokonaisvolyyminä on saatu suurempi arvio, esimerkiksi valmistavan ja prosessiteollisuuden osalta 58 miljardia euroa (EC 2007). Taulukko 3 esittää samassa lähteessä tehdyn jaottelun automaatiomarkkinoista sovellusalueittain. Nähdään, että Euroopassa on noin kolmannes automaatioalan markkinoista.

Prosessinhallinnan ratkaisut muodostavat yli 80 % liikevaihdosta ja tuotannonhallinnan ratkaisut vajaa 20 %. Hajautettu säätö tuo lähes puolet prosessinhallinnan liikevaihdosta ohjelmoitavien logiikoiden tullessa seuraavana perässä. Tuotannonhallinnan ratkaisuiden liikevaihdosta MES tuo melko tarkkaan puolet.

Automaatiomarkkinoiden on arvioitu kasvavan n. 3 % vuodessa aikavälillä 2008 - 2011 (Frost & Sullivan: Global Economic Outlook, Feb 2009). Kiivainta kasvu on tuotannon hallinnassa, joissa vuosittainen kasvu on yli 9 % siten, että vuonna 2011 ne tuottavat jo 24 % koko automaatioalan liikevaihdosta. Prosessinhallinnan ratkaisujen vuosittainen kasvunopeus samalla aikavälillä on n. 1,5 %.

IMS:n raportin mukaan (IMS: The World Market for Distributed Control Systems, Dec 2009) hajautetut säätö-

ratkaisut tulevat kärsimään talouden taantumasta ja vuoden 2009 tulos niiden osalta tulee laskemaan 11 % vuodesta 2008. Vuonna 2010 hajautetun säädön liikevaihto tulee piristymään ja vuonna 2014 se tulee kasvamaan 17,2 miljardiin dollariin.

Prosessinhallinnan ratkaisuiden osalta kiivainta kasvu on turva-automaation sovelluksissa ja SCADA-ratkaisuissa, kun taas tuotannonhallinnassa kasvu on kaikkein kiivainta EMI- ja MES-sovelluksissa.

Automaatiopalveluille on ennustettu suuria markkinoita. Tätä käsitellään yksityiskohtaisemmin osiossa 5.1.

2.2.2 Euroopan automaatiomarkkinat

On esitetty arvioita (Frost & Sullivan [2009]), että Euroopan automaatiomarkkinat piristysivät vuoden 2010 puolella välissä. Erityisen raskaasti lamasta kärsivät ohjelmoitavat logiikat (PLC) ja HMI-järjestelmät (Human Machine Interface), joiden kasvu oli arvioiden mukaan negatiivista vuonna 2009. Hajautettujen säätöjärjestelmien markkinoita piti vuoden 2009 aikana yllä vielä olemassa oleva tilauskanta, mutta arvioidaan, että vuoden 2009 aikana kasvu on nollassa ja että vuoden 2010 aikana kasvu on edelleen nollassa tai hieman negatiivinen.

IMS:n raportin mukaan hajautetut säätöratkaisut kärsivät Euroopassa huomattavasti enemmän kuin muualla, ja se ennustaa selvästi synkempiä lukuja vuosille 2009 ja 2010.

Autoteollisuus yleisesti ja Pohjois-Amerikan ja Euroopan autoteollisuus erityisesti on kärsinyt merkittävästi talouden taantumasta. Vastaavasti autoteollisuuden automaation markkinat ovat Euroopassa laskeneet eniten.

Taulukko 3. Maailman ja Euroopan automaatiomarkkinoiden jakaantuminen sovellusalueittain lähteen (EC 2007) mukaan, miljoonia euroja.

Market application	World total	Total Europe
Environment	9 467	2 700
Critical Infrastructures	14 370	3 317
Manufacturing Industries	31 493	13 585
Process Industries	26 295	9 976
Building	7 160	2 573
Logistics and Transport	10 875	3 524
Electric Power and Grid	8 601	3 779
Vehicles	56 407	17 141
Household appliance	4 344	999
Healthcare	18 279	3 656
Home	667	240
Total	187 957	61 490

Euroopan kemian teollisuuden automaation markkinat ovat myös laske-
neet huomattavasti laman aikana. Voi-
malaitosautomaation markkinat ovat
kasvaneet koko laman ajan, ja erityises-
ti uusiutuvien luonnonvarojen alueella
tarvitaan uusia kehittyneitä automaa-
tioratkaisuja. Veden ja jäteveden käsit-
telyyn liittyvä automaatio on myös kas-
vanut taantuman aikana kuten myös
elintarviketeollisuuden ja lääketeolli-
suuden automaatio.

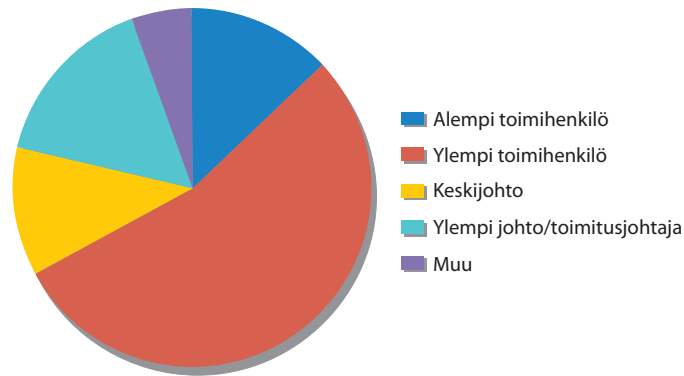
EMI- (Enterprise Manufacturing In-
telligence), MES- (Manufacturing Execu-
tion Systems) ja EAM-järjestelmät (Enter-
price Asset Management) ovat ylläpitä-
neet automaatiomarkkinoita Euroopas-
sa. Tämä on johtunut suurimmaksi osak-
si yritysten tarpeesta integroida tehdas-
järjestelmät liiketoimintasovelluksiin. Li-
iketoimintasovellukset ovat keskittyneet
mm. kehittyneeseen suunnitteluun ja
aika- ja resurssien hallintaan, sekä
kustannusten ja tuoton optimointiin.
Kaikki nämä yritysten tehokkuutta li-
säävät toiminnot tähtäävät taloudellisen
tuloksen parantamiseen, joka talouden
taantuman aikana on yritysten tärkein
tavoite.

Suomen automaatioalan tilannet-
ta on kartoitettu kyselytutkimuksen,
haastattelujen ja pk-sektorin edustajien
työpajan avulla. Tuloksista kerrotaan yk-
sityiskohtaisesti kappaleessa 2.2.

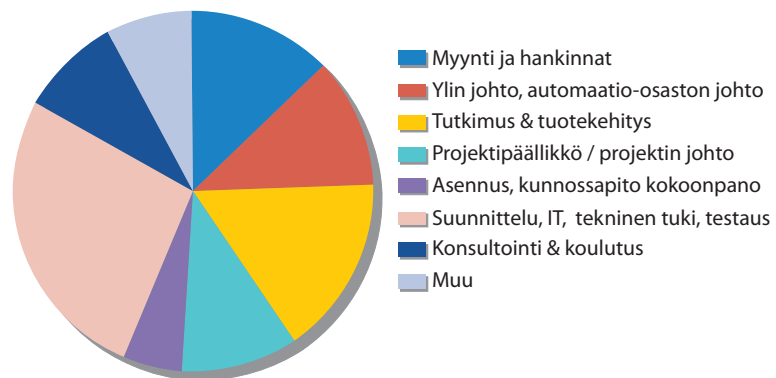
2.3 Kyselyn, haastattelujen ja työpajan tuloksia

Osana tätä selvitystä tehtiin automaa-
tiokysely, haastattelututkimus, sekä jär-
jestettiin työpaja (workshop) pk-sekto-
rin edustajille. Näiden yhteisenä tarkoi-
tuksena oli koota ajankohtaisia näke-
myksiä ja tunteita yritysjiltä aihepiiri-
in liittyen.

Kuva 4. Vastaajien ammattiasema.



Kuva 5. Vastaajien tehtävä yrityksessä.



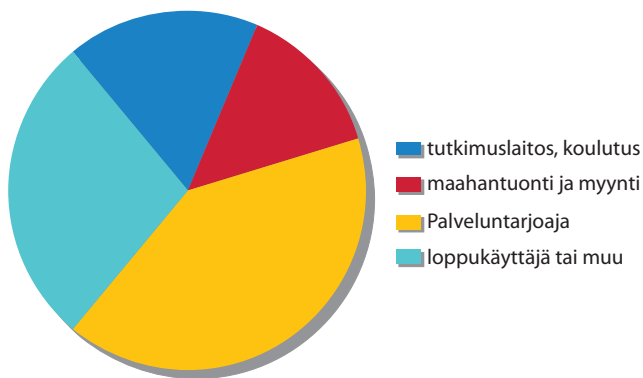
Kysely toteutettiin internetissä
kaksiosaisena. Kutsu kyselyyn lähetet-
tiin 1924 sähköpostiosoitteeseen, jotka
oli kerätty Suomen Automaatioseura
ry:n ja Suomen Mittaus- ja Sääteknii-
linen Yhdistys ry:n avustuksella. Kutsu-
tuista 803 henkilöä tutustui ja 697 vas-
tasi kyselyyn, jolloin vastausprosentiksi
saatiin 36 %. Vastausten perusteella va-
littiin 322 vastaajan kohderyhmä, joille
esitettiin varsinainen kysely. Vastaajien

ammattilinen tausta on esitetty oheis-
sa kuvissa (Kuva 4 ja Kuva 5).

Vastaajien yritysten taustat on esi-
tetty kuvissa 6, 7 ja 8. Vastaajista noin
puolet oli yrityksistä, joissa on alle 500
työntekijää.

Haastattelututkimuksessa haasta-
teltiin 25 suomalaista automaatioalan
yritystä tarkemmin liiketoiminnan, ver-
kottumisen ja alan uusien mahdolli-
suuksien osalta. Puolen päivän mittai-

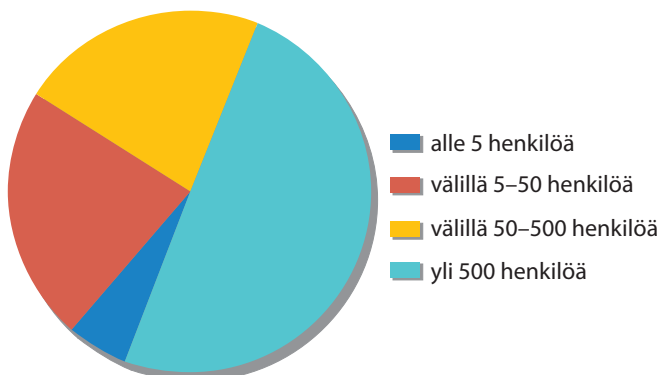
Kuva 6. Yrityksen positio automaatioalalla.



Kuva 7. Yrityksen liikevaihto.



Kuva 8. Yrityksen henkilöstömäärä.



seen työpaja-tilaisuuteen osallistui 32 henkilöä pk-sektorin yritysten edustajina. Tässä kappaleessa 2.2 esitetään yhteenveto tuloksista. Kyselytutkimuksen osalta tuloksia on esitelty laajemmin liitteessä A ja työpajan muistio on liitteessä B.

2.3.1 Trendit ja teknologiat

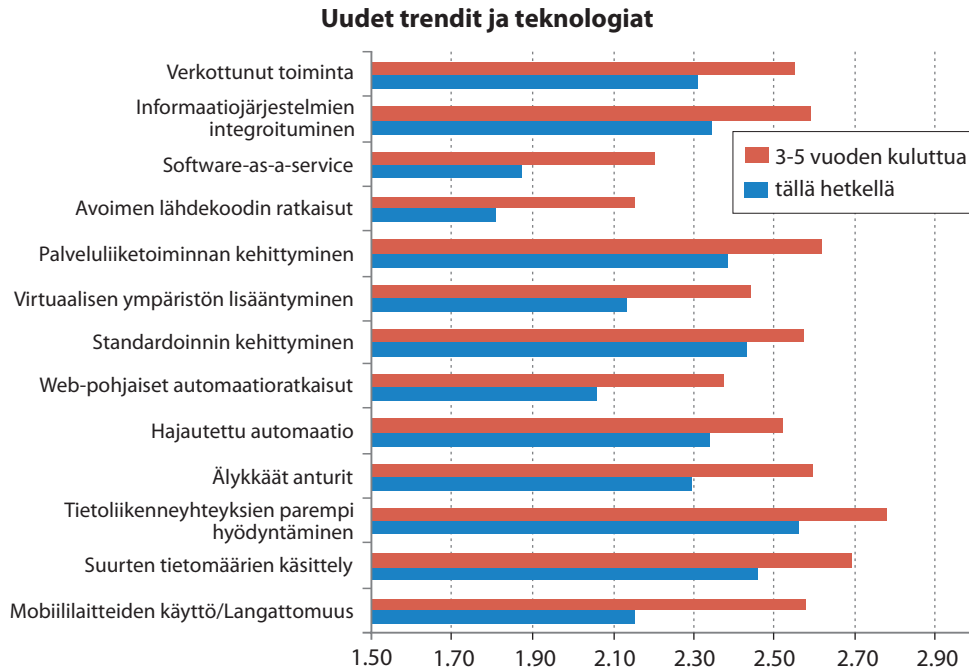
Tärkeimmät teknologiat ja trendit tällä hetkellä olivat suurten tietomäärien käsittely ja tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen (Kuva 9). Haastattelussa tämä nähtiin myös suurena potentiaalina automaation alalla. Tähän liittyy myös automaatio- ja informaatiojärjestelmien integroituminen, jota useat haastatellut yritykset pitivät megatrendinä, joka värittää koko automaatioalaa laitevalmistajista loppukäyttäjiin. Kaiken, mitä tehdään alemmilla tasoilla, tulee tukea suurempaa tavoitetta kohti kaiken informaation integrointia.

Tämä nähtiin myös mahdollisuutena innovatiivisille pk-yrityksille, jotka voisivat kehittää ja tarjota tuotteita ja palveluja tukemaan integroitumista. Tuotteet voisivat olla esimerkiksi rajapintoihin, algoritmeihin tai tiedon oikeellisuuteen ja validointiin liittyviä.

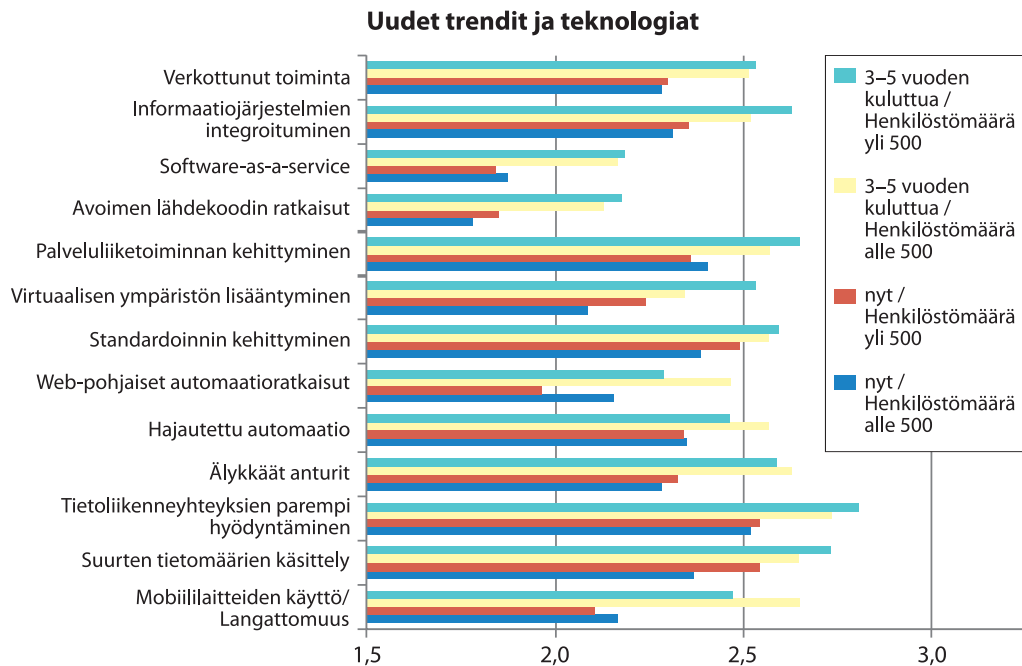
Suurille yrityksille informaatiojärjestelmien integroituminen, virtuaaliympäristö ja simulointi, standardit ja suurten tietomäärien käsittely ovat suhteessa merkittävämpiä kuin pienille, joille web-pohjaiset automaatio- ja hajautettu automaatio, mobiililaitteiden käyttö ja langattomuus ovat suhteessa merkittävämpiä.

Loppukäyttäjä on luonnollisesti vähemmän kiinnostunut trendeistä ja teknologioista – häntä kiinnostaa enemmän tulokset ja ratkaisut kuin menetelmät, joilla niihin päästään. Avoimen lähdekoodin ratkaisut ja infor-

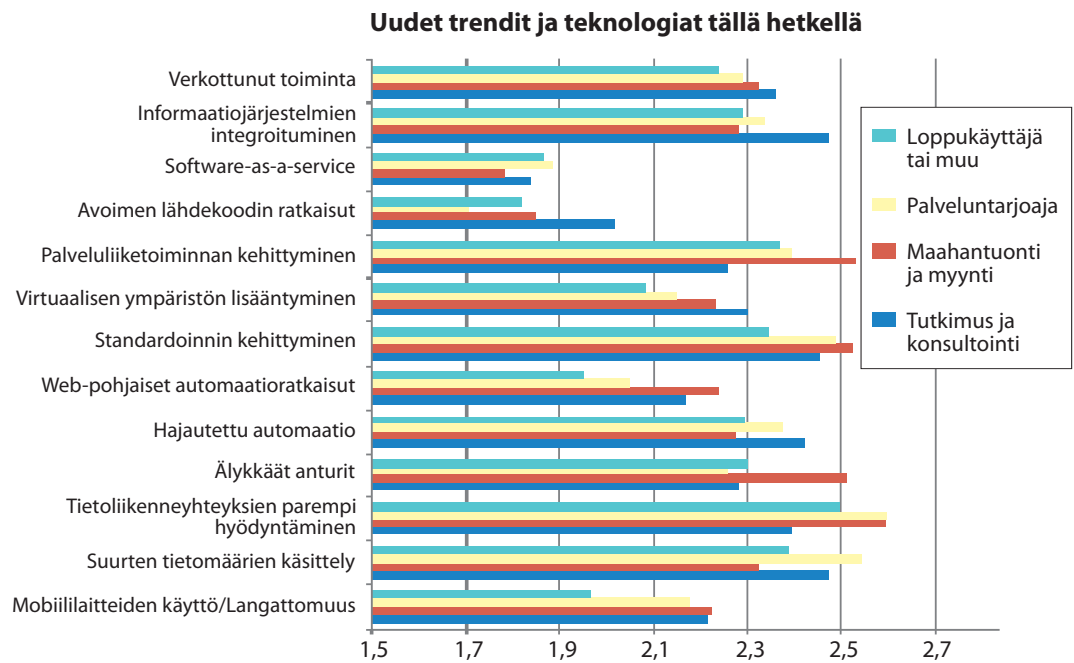
Kuva 9. Uudet trendit ja teknologiat asteikolla: 1 - ei lainkaan merkittävä / 2 - jonkin verran merkittävä / 3 - erittäin merkittävä.



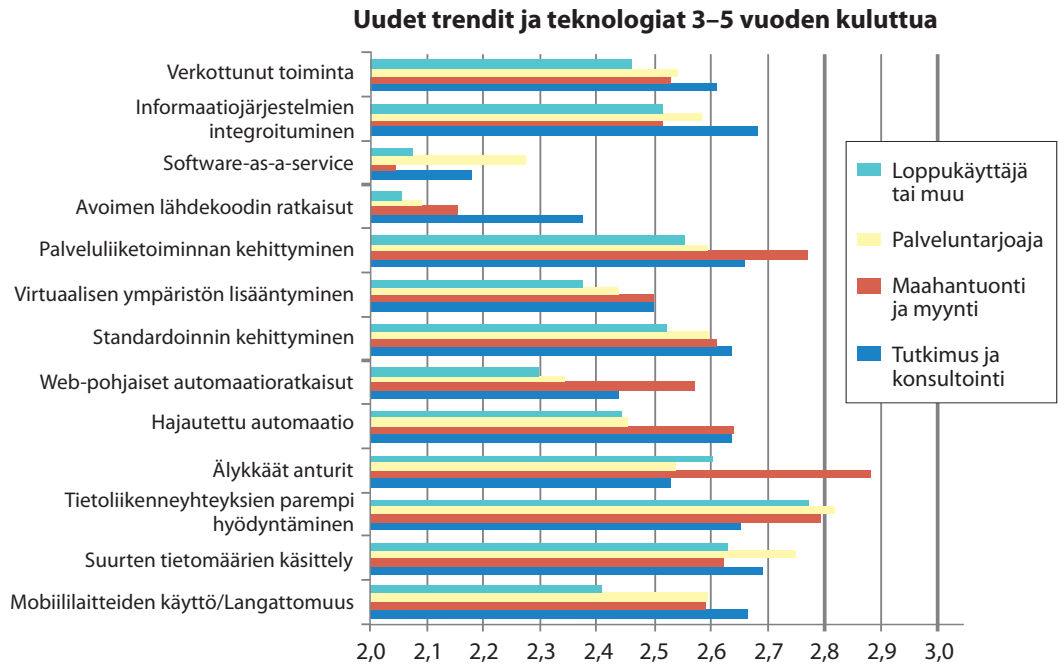
Kuva 10. Uudet trendit ja teknologiat asteikolla: 1 - ei lainkaan merkittävä / 2 - jonkin verran merkittävä / 3 - erittäin merkittävä.



Kuva 11. Uudet trendit ja teknologiat tällä hetkellä asteikolla: 1 - ei lainkaan merkittävä / 2 - jonkin verran merkittävä / 3 - erittäin merkittävä.



Kuva 12. Uudet trendit ja teknologiat 3-5 vuoden kuluttua asteikolla: 1 - ei lainkaan merkittävä / 2 - jonkin verran merkittävä / 3 - erittäin merkittävä.



maatiojärjestelmien integroituminen ovat suhteellisesti tärkeämpiä tutkijoille ja konsulteille kuin muille ryhmille.

Maahantuojia ja jälleenmyyjä kiinnostaa palveluliiketoiminta ja älykkäät anturit kun taas suurten tietomäärien käsittely on automaatiopalvelujen tarjoajalle tärkeää.

2.3.2 Liiketoiminnan haasteet

Liiketoiminnan haasteina nähdään taantuman aikana uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen, mikä ei ole yllättävää. Seuraavaksi tärkeimmäksi haasteeksi nousi – kannattavuuden ja toimeksiantojen ohi – uuden teknologian hallinta ja tuotekehitys. Kyselyn perusteella se tulee olemaan 3–5 vuoden kuluttua liiketoiminnan kaikkein suurin haaste.

Sama ilmeni myös avoimessa kysymyksessä, jossa kysyttiin mitä vastaajat tarvitsevat työssään nyt ja tulevaisuudessa – kaikkein eniten tarvittiin koulutusta eri teknologioista, tuotteista ja laitteista. Haastatteluissa eräs yritys kertoi koulutuksen olevan heti palkkakulujen jälkeen suurin kustannus.

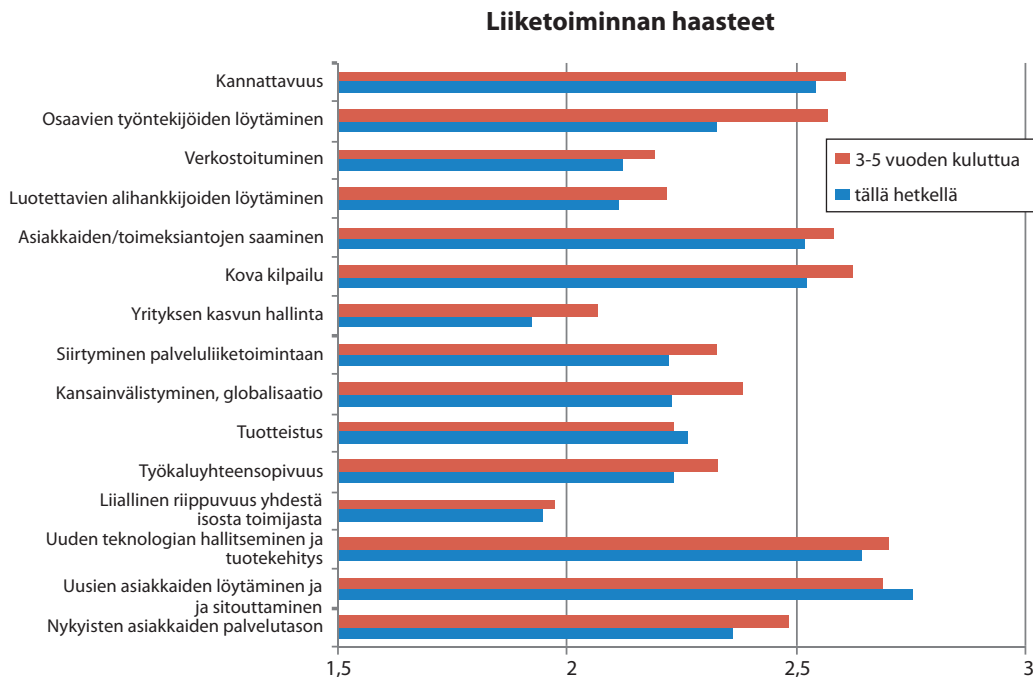
Koulutukseen ja ammattitaitoon liittyy myös osaavien työntekijöiden löytäminen, joka kasvaa tulevaisuudessa kohtuullisen merkittäväksi haasteeksi, vaikka sitä ei koota yhtä merkittävänä haasteena tällä hetkellä. Sen merkityksen arvioidaan kasvavan kaikkein eniten 3–5 vuoden aikana.

Seuraavaksi merkittävimmät haasteet uuden teknologian ja tuotekehityksen jälkeen ovat: kannattavuus, asiakastoimeksiantojen saaminen ja kova

kilpailu, jotka ovat yhteydessä taloudelliseen taantumaan. Haastatteluissa kävi ilmi, että taantuman vaikutus vaihtelee paljon yrityksittäin. Ne yritykset, jotka toimivat laajan tilauskannan tai pitkien toimeksiantojen varassa selvisivät vanhoilla sopimuksilla ja tilauksilla vuoden 2009 ajan ja taantuma näkyy vasta nyt vuoden 2010 toiminnassa, kun taas osalla yrityksistä haastavin vuosi oli 2009 ja nyt on jo näkyvissä merkkejä paremmasta.

Haastatelluilla yrityksillä liikevaihto laski taantuman johdosta keskimäärin 25 %, mutta joukossa oli yrityksiä, joilla liikevaihto laski yli 50 %. Muutamalla yrityksellä taantuma ei näkynyt mitenkään ja eräs yritys kertoi vuoden 2009 olleen historiansa paras ja ettei vauhti näytä hidastuvan vuoden 2010 aika-

Kuva 13. Liiketoiminnan haasteet asteikolla: 1 - ei haastetta / 2 - lievä haaste / 3 - merkittävä haaste.



na. Useat yritykset kertoivat kilpaillun selvästi kiristyneen vuoden 2009 aikana ja että hinnat on nyt kilpailtu liian alas – asiakkaat eivät ole enää valmiita maksamaan toiminnan kannalta järkevää hintaa.

Palveluita, laitteita ja konsultointia tarjoavilla yrityksillä loppuasiakkaan toimiala vaikutti merkittävästi liiketoiminnan haasteisiin. Energia, sähkö ja lämpö, vesihuolto sekä elintarvikeala, rakentaminen ja kiinteistöt ovat edelleen tehneet tilauksia, kun taas tuotanto ja valmistus ovat olleet varovaisempia tilauksissaan. Tuotanto- ja valmistustoimintaa on myös merkittävästi ulkoistettu edullisemman työvoiman maihin, mikä on pienentänyt Suomessa automaatiomarkkinoita näillä aloilla. Haastateltavat yritykset arvioivat markkinoi-

den olevan taantumien jälkeen noin 80 % pienemmät kuin ennen taantumaa.

Muutamat tuotanto- ja valmistusteollisuuden automaatiotoimittajat kertoivat haastattelussa jo muutaneensa liiketoimintasuunnitelmiaan laajentamalla asiakaskuntaansa esimerkiksi energiateollisuuteen, vesihuoltoon tai rakennusteollisuuteen olettaen näiden markkinoiden pysyvän Suomessa todennäköisemmin kuin valmistuksen ja tuotannon.

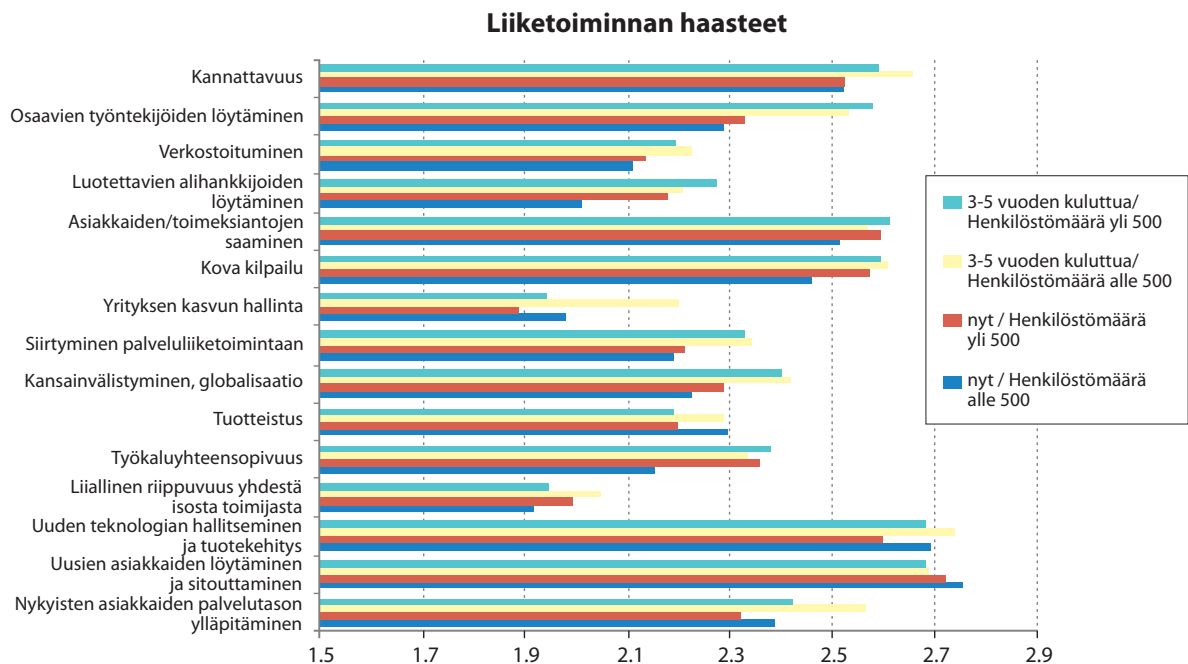
Pienemmillä yrityksillä yrityksen kasvun hallinta ja nykyisten asiakkaiden palvelutason hallinta nousevat 3–5 vuoden kuluttua suhteellisesti tärkeämmäksi haasteeksi liiketoiminnalle kuin suuremmilla yrityksillä kuten myös tuotteistus. Suuremmilla yrityksillä luotettavien alihankkijoiden löytämi-

nen on merkittävämpi haaste kuin pienemmillä.

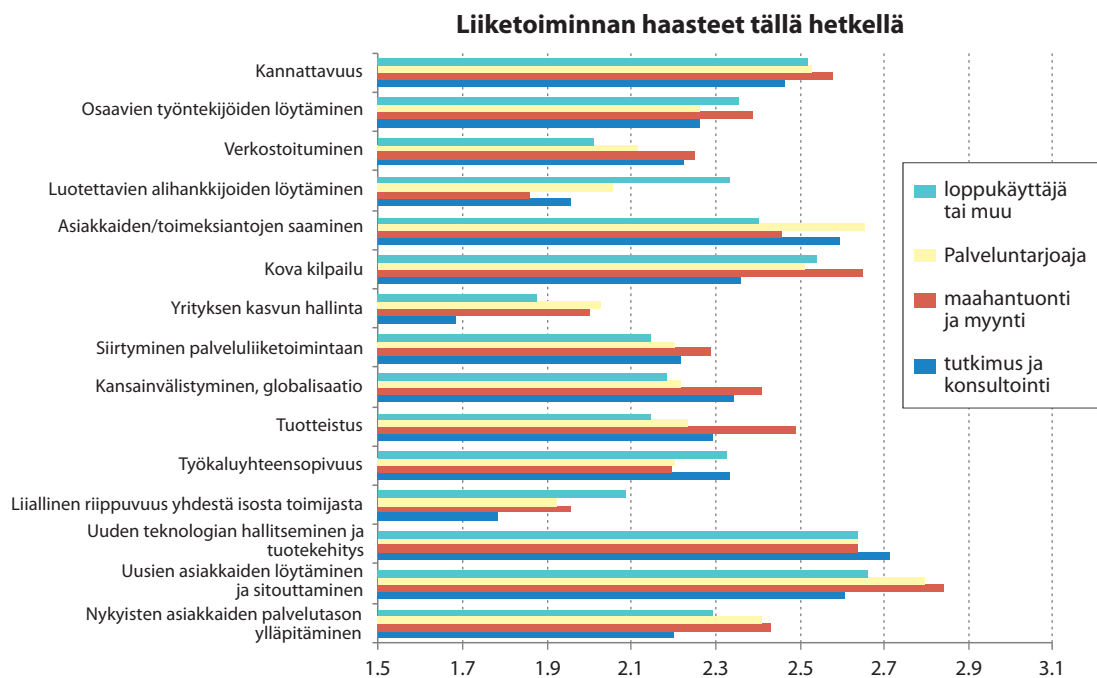
Maahantuonti- ja myyntiorganisaatioilla suhteessa suurimmat liiketoiminnan haasteet ovat uusien asiakkaiden löytäminen, kova kilpailu ja tuotteistus. Loppukäyttäjillä luotettavien alihankkijoiden löytäminen ja liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta ovat suhteessa suurimpia haasteita kun taas palveluntarjoajilla ja tutkimuslaitoksilla asiakastoimeksiantojen saaminen on tällä hetkellä haastavaa.

Pienet yritykset ovat maahantuojia, kun taas suuremmissa on suhteessa enemmän omaa tuotekehitystä ja vientitoimintaa. Pienillä yrityksillä automaation osuus liiketoiminnasta lisääntyy huomattavasti enemmän kuin suurilla yrityksillä.

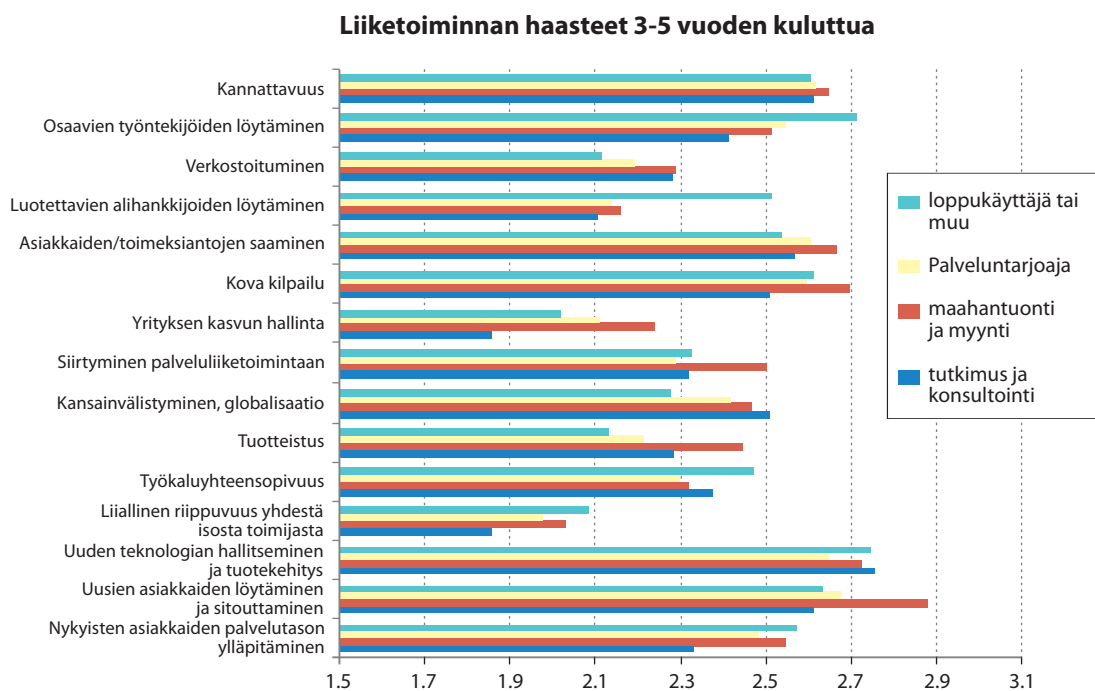
Kuva 14. Liiketoiminnan haasteet asteikolla: 1 - ei haastetta / 2 - lievä haaste / 3 - merkittävä haaste.



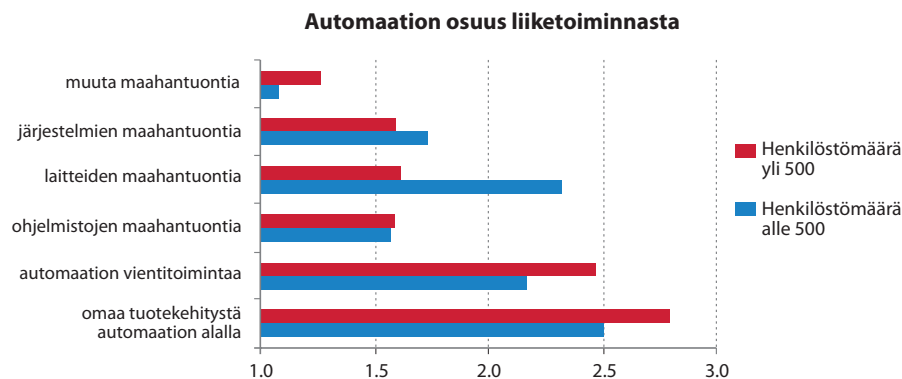
Kuva 15. Liiketoiminnan haasteet asteikolla: 1 - ei haastetta / 2 - lievä haaste / 3 - merkittävä haaste.



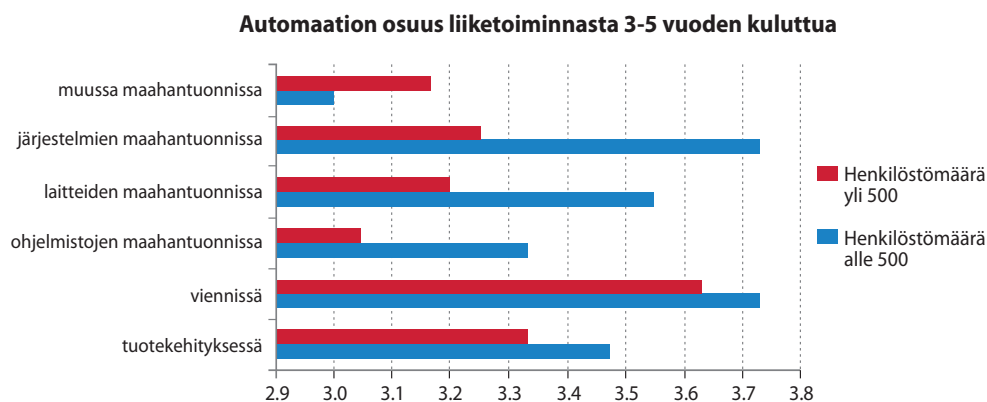
Kuva 16. Liiketoiminnan haasteet asteikolla: 1 - ei haastetta / 2 - lievä haaste / 3 - merkittävä haaste.



Kuva 17. Automaation osuus liiketoiminnasta asteikolla: 1 - ei lainkaan / 2 - vähäinen / 3 - kohtalainen / 4 - merkittävä.



Kuva 18. Automaation osuus liiketoiminnasta asteikolla: 1 - vähenee merkittävästi / 2 - vähenee jonkin verran / 3 - pysyy ennallaan / 4 - kasvaa jonkin verran / 5 - kasvaa merkittävästi.



2.3.3 Automaatioliiketoiminnan kansainvälisyys

Sekä pienet että suuret yritykset ovat siirtäneet toimintojaan ulkomaille - suuret enemmän kuin pienet. Kaikkein eniten yritykset ovat ulkoistaneet ulkomaille tuotantoa - pienillä tämä osuus n. 20 % ja suurilla n. 38 %.

Toimintojen siirtäminen ulkomaille jatkuu kyselyn perusteella edelleen lähitulevaisuudessa, eikä pelkästään

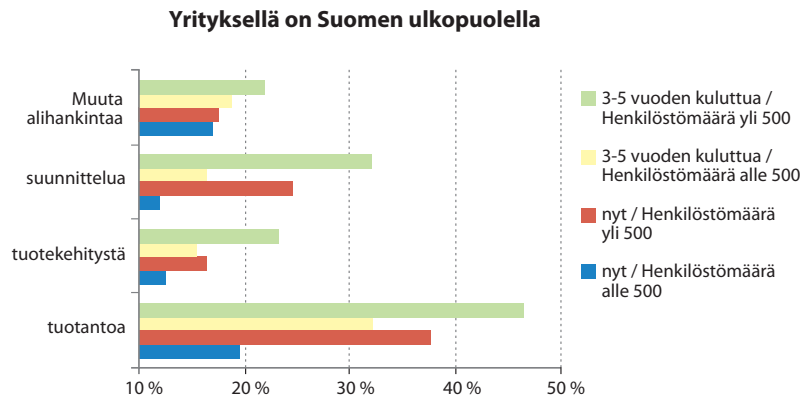
tuotannon osalta. Myös suunnittelu ja tuotekehitys siirtyvät ulkomaille - erityisesti suurempien yritysten sisällä.

Projektinhallinta, suunnittelu ja laitteistot muodostavat suurimman osan automaatioalan liiketoiminnasta Suomessa. Suomen ulkopuolella myös järjestelmät nousevat tärkeiksi. Vastajat näkevät myös kasvua kaikilla liiketoiminnan osa-aloilla erityisesti Suomen ulkopuolella. Ainoa osa-ala, joka kasvaa merkittävästi enemmän Suomessa kuin

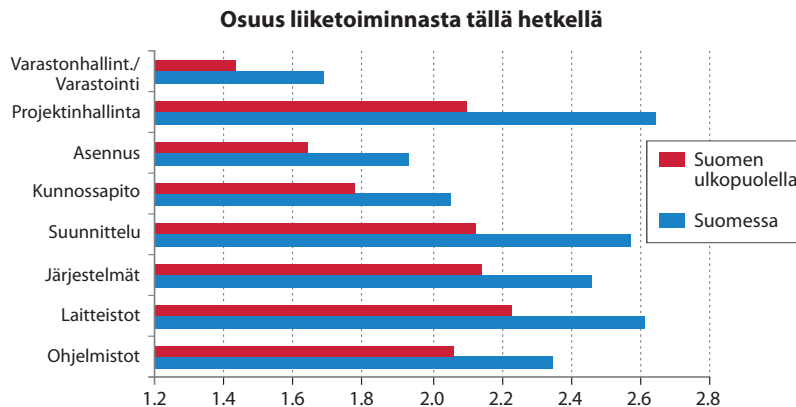
ulkomailla on kunnossapito.

Loppukäyttäjät keskittyvät ydinliiketoimintaansa, ulkoistavat toimintojaan ja siirtävät toimintoja ulkomaille. Tämä voi tapahtua joko koko toiminnan painopisteen siirtyessä Suomen ulkopuolelle – tai ainoastaan joidenkin toimintojen osalta. Loppukäyttäjien panostus kunnossapitoon lisääntyy jonkin verran Suomessa, mutta muut toiminnot kuten varastointi, projektinhallinta ja asennus tulevat vähentymään.

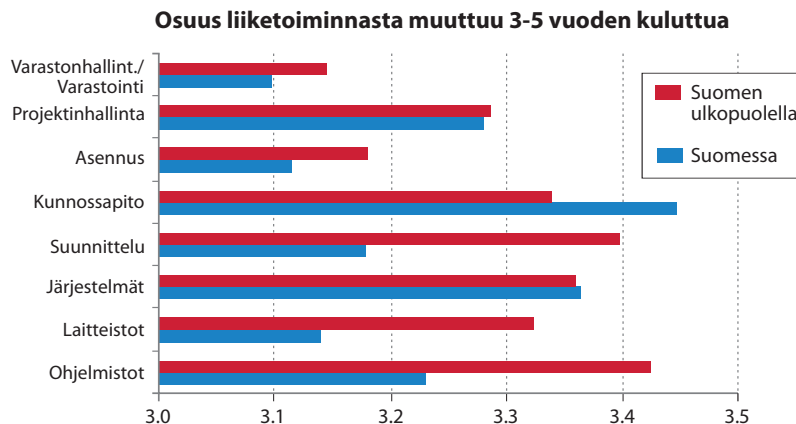
Kuva 19. Mitä toimintaa yrityksillä on Suomen ulkopuolella nyt ja 3–5 vuoden kuluttua.



Kuva 20. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta tällä hetkellä, asteikolla 1 - ei lainkaan / 2 - vähäinen / 3 - kohtalainen / 4 - merkittävä.



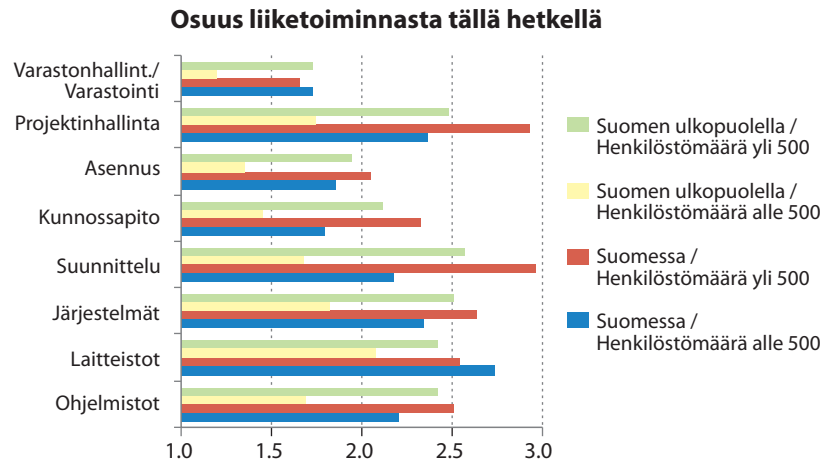
Kuva 21. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta muuttuu 3-5 vuoden kuluttua, asteikolla 1 - vähenee merkittävästi / 2 - vähenee jonkin verran / 3 - pysyy ennallaan / 4 - kasvaa jonkin verran / 5 - kasvaa merkittävästi.



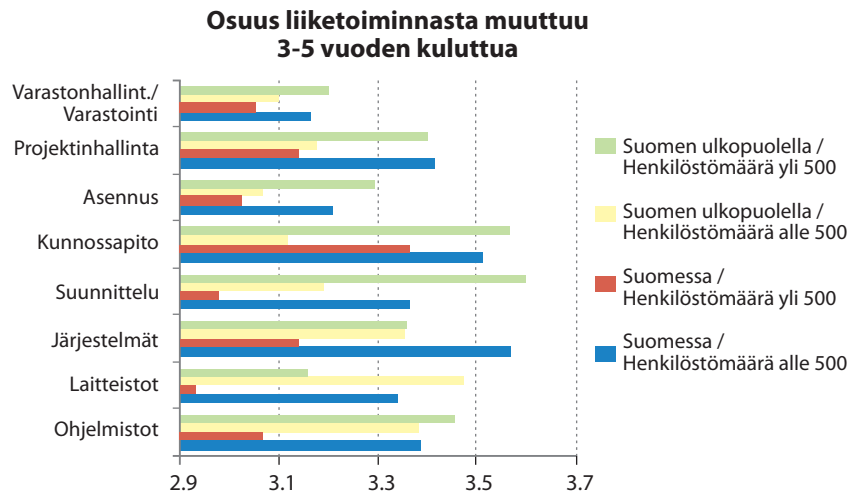
Haastatteluissa osa yrityksistä näki tämän uhkana ja osa mahdollisuutena. Ne yritykset jotka toimivat hyvin paikallisesti ja joilla ei ole tavoitetta kansainvälistyä, eikä muuttaa liiketoimintasuunnitelmaansa kokivat markkinoiden pienenevän sekä kilpailun kovenevan. Toiset yritykset taas näkivät mahdollisuuden lähteä kansainvälisille markkinoille loppuasiakkaan kanssa, jolla on jo hyviä kokemuksia alihankijastaan. Tämä luonnollisesti riippuu merkittävästi yrityksen toimialasta: maahantuontiyritys ei lähde kansainvälistymään, kun taas palveluntarjoaja saattaa hyvinkin lähteä kansainvälisille markkinoille (riippuen tarjotun palvelun luonteesta) ja harvinaisten erikoislaitteiden valmistajan on pakko toimia kansainvälisesti.

Haastatteluissa kävi myös ilmi, että spesifisillä harvinaisemmilla palveluilla Suomen markkinat ovat liian pienet. Eräs haastateltava kertoi, että yrityksen tarjoamien palveluiden osalta Suomen ja Pohjoismaiden markkinat ovat jo saturoituneet ja yrityksen ainoa elinehto on nopea kansainvälistyminen.

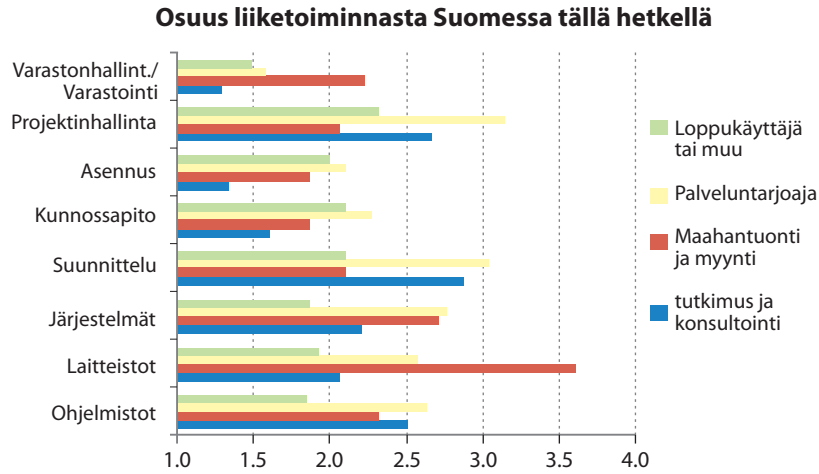
Kuva 22. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta tällä hetkellä, asteikolla 1 - ei lainkaan / 2 - vähäinen / 3 - kohtalainen / 4 - merkittävä.



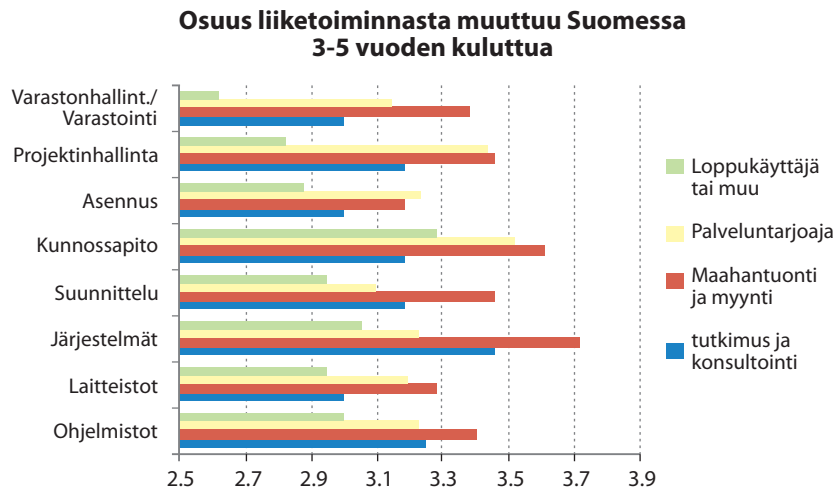
Kuva 23. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta muuttuu 3-5 vuoden kuluttua, asteikolla 1 - vähenee merkittävästi / 2 - vähenee jonkin verran / 3 - pysyy ennallaan / 4 - kasvaa jonkin verran / 5 - kasvaa merkittävästi.



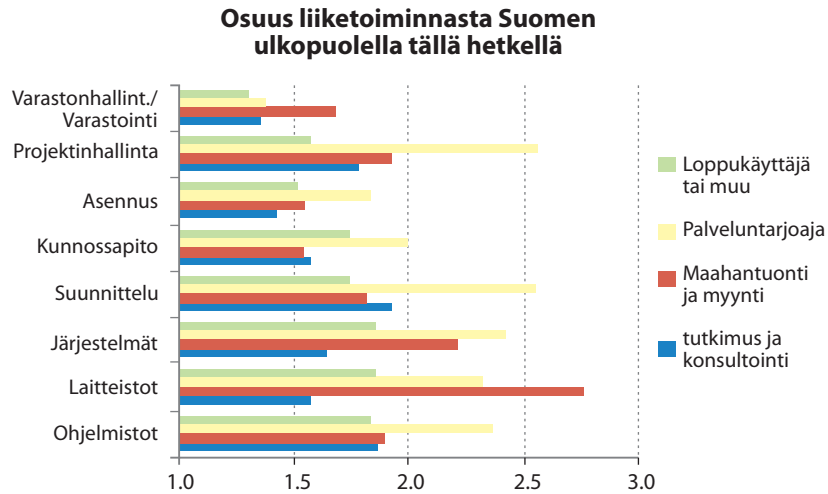
Kuva 24. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta tällä hetkellä Suomessa, asteikolla 1 - ei lainkaan / 2 - vähäinen / 3 - kohtalainen / 4 - merkittävä.



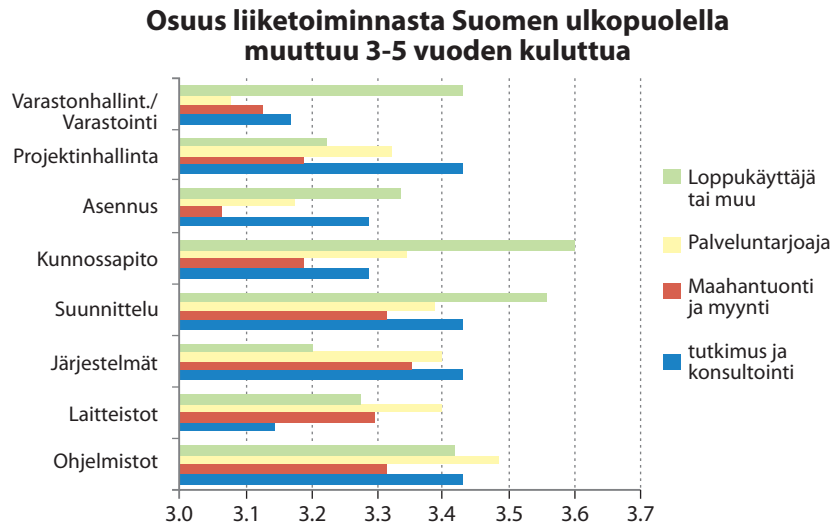
Kuva 25. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta muuttuu 3-5 vuoden kuluttua Suomessa, asteikolla 1 - vähenee merkittävästi / 2 - vähenee jonkin verran / 3 - pysyy ennallaan / 4 - kasvaa jonkin verran / 5 - kasvaa merkittävästi.



Kuva 26. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta tällä hetkellä Suomen ulkopuolella, asteikolla 1 - ei lainkaan / 2 - vähäinen / 3 - kohtalainen / 4 - merkittävä.



Kuva 27. Eri tuotteiden ja palveluiden osuus liiketoiminnasta muuttuu 3-5 vuoden kuluttua Suomen ulkopuolella, asteikolla 1 - vähenee merkittävästi / 2 - vähenee jonkin verran / 3 - pysyy ennallaan / 4 - kasvaa jonkin verran / 5 - kasvaa merkittävästi.



2.3.4 Automaation tutkimusympäristö

Suuremmilla yrityksillä on tutkimusyhteistyötä tutkimuslaitosten, yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa selvästi enemmän kuin pienemmillä. He tekevät myös selvästi enemmän yhteistyötä tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen kanssa kuin ammattikorkeakoulujen. Pienemmät yritykset taas tekevät suhteessa eniten yhteistyötä ammattikorkeakoulujen kanssa. Kaikki tutkimusyhteistyö tulee lisääntymään tulevaisuudessa sekä pienissä että suurimmissa yrityksissä.

Haastatteluissa muutamat yritykset olivat sitä mieltä, että ammattikorkeakoulut ovat tulleet yliopistojen kaltaisiksi ja vieraantuneet käytännöstä. Erityisesti pk-yritykset olivat sitä mieltä, että julkisella rahalla tuetut tutkimusprojektit eivät ole riittävän käytännön läheisiä eivätkä liiketoimintaa ja tuotteistamista tukevia, jotta niistä olisi

merkittävästi hyötyä yritykselle lyhyellä aikajänteellä.

Osa haastateltavista koki Tekesin tärkeäksi tukijaksi tutkimuksessa ja tuotekehityksessä, mutta yritysten kehittämiseen tarkoitettu tuki on vähemmän tunnettua. Ne haastatellut, jotka olivat saaneet Tekesiltä tukea kehittämiseen kotimarkkinoilla tai kansainvälisesti olivat tyytyväisiä – eräs yritys kertoi ettei koko yritystä olisi olemassa ilman kyseistä tukea yrityksen alkutaipaleella.

2.3.5 Yhteenveto Pk-edustajien työpajasta

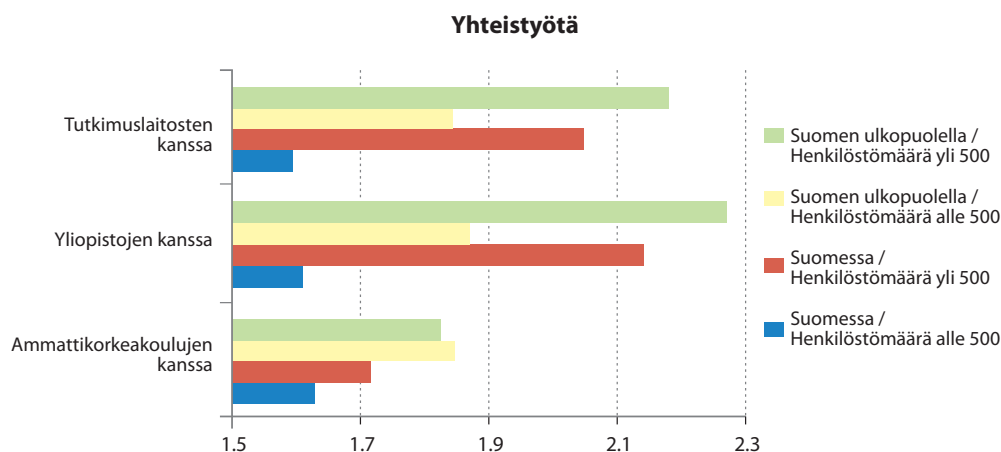
Tämän selvityksen projektiryhmä ja tukiryhmä järjestivät 16.2.2010 puolen päivän työpajan (workshopin), johon osallistui 32 pk-sektorin edustajaa. Ohjelma sisälsi kaksi alustusesitelmää sekä noin kahden tunnin rinnakkaiset ryhmätyöt, joiden tulokset ovat liitteessä B. Ryhmätöiden anti voidaan kiteyttää seuraavasti:

Teknistä osaamista Suomesta koetaan löytyvän. Suomessa on paljon insinöörejä, ja osaajia on toistaiseksi paljon. Mitä ei osata, se tutkitaan ja opetellaan. Osaaminen alkaa jonkin verran olla vanhenevien polvien käsissä ja aivoissa. Miten käy, jos kouluista ei tule riittävästi matematiikan tai luonnontieteiden osaajia, tai jos perustutkimuksen asema yliopistoissa jatkaa ohenemista. Perustutkimuksen kansainvälisen tason huippulaboratorioita on varsin vähän.

Pk-näkökulmasta *Suomen markkinat* ovat sinänsä globaalisti päteväle osaamiselle pienet. Suomen markkinat katetaan pieninkin resurssein, mutta niiden ei koeta riittävän kansainvälistymiseen, vaikka monelle tekniikalle ei ole juurikaan kielimuuri-tms. rajoja.

Osaaminen on helposti *kapea-alaista*. Pk-yrityksestä ei välttämättä löydy riittävästi laaja-alaisuutta asiakkaiden, asiakkaiden liiketoiminnan, toimintatapojen tai yksityiskohtia sisältä-

Kuva 28. Yhteistyö yliopistojen tutkimuslaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa, asteikolla 1 - ei lainkaan / 2 - jonkin verran / 3 - merkittävästi.



vien prosessien yms. tuntemiseen. Ka-pea-alainen osaaminen on kyettävä integroimaan laajempiin kokonaisuuksiin. Pk-yrityksen on löydettävä oma paikkansa arvoketjuissa. Omaa asemaa edistää erottautuminen kilpailijoista, ylivoimaisuus joko teknisesti tai verkotumisessa tai yhteensopivuuksina.

Toisaalta *isot toimijat tarjoavat mahdollisuuksia*. Nekin keskittyvät omiin core-osaamisiin, omiin asiakasra-japintoihin, ja ulkoistavat valitsemiensa strategisten painopisteiden ulkopuolel-le jääneitä toimintojaan.

Markkinoilla on kasvava *kohtaanto-ongelma*: pienet etsivät isojen toimijoiden tai arvoketjujen sisältä mahdollisuuksia, ja isojen toimijoiden avainhen-

kilöt etsivät omiin tarkoituksiinsa hyviä pk-toimijoita. Ratkaisuksi nähdään *tuot-teistus* eli koulutuksesta, kokemukses-ta, projekteista kertyvän osaamisen pa-ketointi palvelu- yms. tuotteiksi. Suo-malaiset ovat ehkä hyviä myymään in-sinöörinä insinööriille, mutta on opitta-va myymään myös *hyötyjä* asiakkaiden johtajille. On opittava artikuloimaan hyödyt ("törkeä arvolupaus"), saatava jalkaa ovenväliin sopivilla sisäänheitto-tuotteilla, ja vähitellen voitettava asiak-kaan luottamus.

Pienten yritysten on hyödyllistä *toimia yhdessä*. Silloin kyetään tarjoa-maan merkittävämpiä kokonaisuuksia. Usein välttämättömiä markkinoinnin, matkustamisen, juridiikan, ulkomailla

toimimisen, www-sivujen yms. järjes-tämistä ja kustannuksia voidaan silloin jakaa, ja toimintaan on saatavilla hyvää julkista tukea. Oman tarjoaman kehittä-misessä internetillä, mobiilitekniikoil-la, software as a service -tekniikoilla nähdään olevan keskeinen rooli, vaika-niitä ei vielä voida tai osata käyttää hyväksi.

Huolto, kunnossapito, kunnan-valvonta ja diagnostiikat ovat perin-teisestikin vahvoja aloja. Nousevina ai-heina nähdään monenlaiset ekotehok-kuuteen ja energiatehokkuuteen liitty-vät ratkaisut. Nämä ovat selkeitä laman-jälkeisen ajan voittajia, mutta niitä kan-nattaisi oivaltaa muitakin.

Automaation uudet toteutusteknologiat

Uusien teknologioiden tuleminen markkinoille tarjoaa liiketoimintamahdollisuuksia oikeaan aikaan reagoiville yrityksille. Tämä luku esittelee muutamia tekniikoita, joilla on merkitystä Suomen automaatioalalle.

3.1 OPC Unified Architecture

Alkuperäinen COM-pohjainen avoimen tiedonsiirron standardi OPC julkaistiin 1996 (www.opcfoundation.org). OPC on noin kymmenen vuoden aikana tehokkaasti harmonisoinut automaatio-tiedon saatavuutta toimistosovelluksiin. OPC lyhennettiin alunperin sanoista OLE for Process Control, mutta standardoinnista huolehtiva OPC Foundation on antanut kirjaimille nykytilannetta paremmin vastaavan merkityksen open connectivity via open standards (avoimta liitettävyyttä avoimilla standardeilla). OPC Unified Architecture (UA) tukee samoja toimintoja kuin vanha OPC, mutta käyttöjärjestelmäriippumattomasti. Lisäksi UA laajentaa standardin käyttöaluetta alatasolla sulautettuihin OPC-palvelimiin ja toisaalta ylätasolla palvelupohjaisiin MES- ja ERP-tason integraatioihin. OPC UA:n web-palvelusidonta tarjoaa mahdollisuuden rakentaa sovelluspalvelupohjaisia arkkitehtuureja (SOA) organisaatioiden välille ja tällä tavalla kehittää uudentyyppisiä liiketoimintamalleja teollisuuden kunnossa- ja käynnissäpitoliiketoimintaan.

OPC Unified Architecture on teollisuusautomaation ja teollisuuden tietojärjestelmien tiedonsiirron ja web-sovelluspalvelupohjaisen ohjelmistokehityksen uusi standardi. Sitä, samoin kuin sen edeltäjää, COM-pohjaista OPC-standardia kehittää OPC Foundation -järjestö. OPC UA -standardi koostuu kaikkiaan 14 yhteenkuuluvasta osaspesifikaatiosta (OPC, 2009).

OPC UAn merkitys automaatioalalle ja erityisesti automaation pk-yrityksille on todella suuri. Standardien myötä avautuu valtava potentiaali pienemille erikoistuneille yrityksille, jotka tarjoavat erityisosaamista hyvin kapealla alueella. Siinä missä yleisten standardien puute on kallistanut liiketoimintaa suurten yritysten omiin suojattuihin ratkaisuihin, niin standardit lähes aina avaavat markkinoita pienemmille yrityksille. On ratkaiseva etu, kun pienikin ohjelmistopalveluyritys pystyy liittämään tuotteensa ainakin moderneihin muihin järjestelmiin toteuttamalla vain yhden standardirajapinnan.

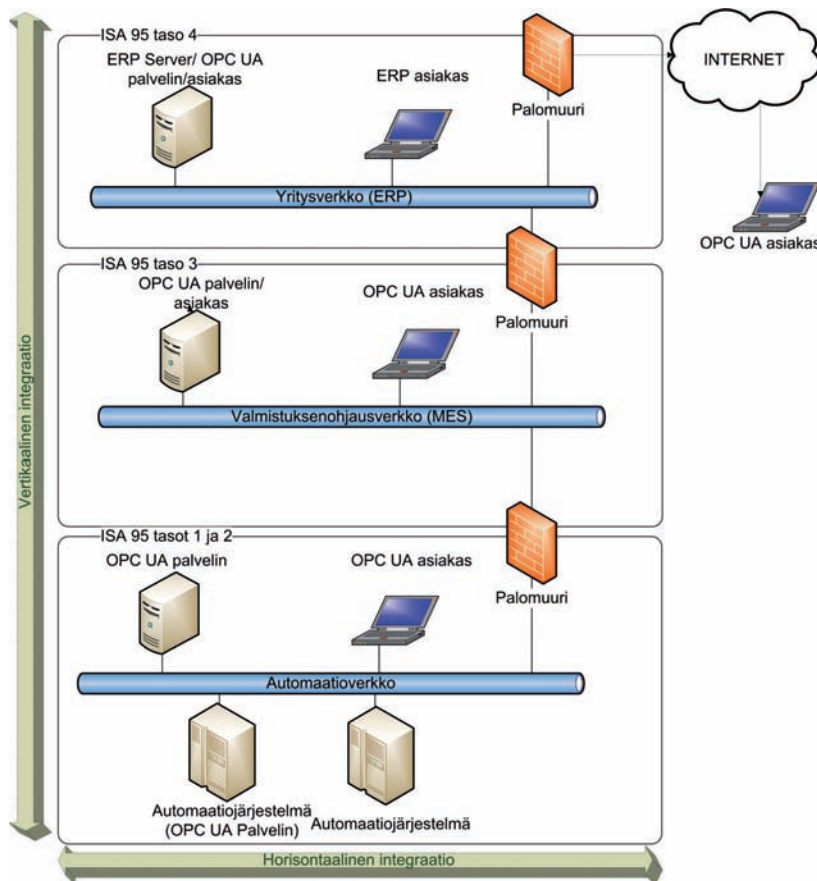
Prosessiteollisuuden tulevan menestyksen kannalta on keskeistä kytä integroimaan sekä suunnittelun että käytön ja kunnossapidon käsitteistöt ja toimintaprosessit teollisuuslaitoksissa. Tämä integraatio tarvitsee tuekseen alueen tietojärjestelmien tiivistä yhteistoimintaa. Uusi tietojärjestelmäintegraatio pohjautuu käsitteistöt ja toiminnot määritteleviin standardeihin (lai-

toksen tasolla mm. ISO 15926, ISA-95 ja MIMOSA, kenttälaitetasolla valmisteilla oleva FDI), sovelluspalveluarkkitehtuuriin (SOA) sekä toteutustason palvelupohjaisiin standardeihin (mm. OPC UA). Yhtenäinen käsitteistö, palveluperustaisuus ja suunnittelun, käytön ja kunnossapidon toimintaprosesseihin perustuva koordinaatio luovat pohjan myös semanttisten ratkaisumallien toteutukselle. Kuva 29 esittää OPC UA:n käyttökoh-teita automaation eri tasoilla.

OPC UA -sovellusten merkitys kasvaa hajautetuissa automaatio-sovelluksissa. Standardointityö ottaa kantaa myös automaatio-sovellusten tietomallinnukseen, tiedonsiirtoon sekä tietoturvaan. Tämä on välttämätöntä, koska uudet UA-pohjaiset sovellukset ovat laajempia kuin vanhemmilla, COM-komponenttimallin mukaisilla OPC-palvelimilla toteutetut sovellukset sekä tieto- ja toimintasisällöltään että fyysisen hajautuksen osalta.

OPC UA -spesifikaatiot sisältävät tietoturvamäärittelyt sekä web-sovelluspalvelupohjaista että binääristä tiedonsiirto-protokollaa varten. Ne eivät kuitenkaan ota kantaa siihen, millä tavoin erilaisia tietoturvatekniikoita ja -menetelmiä tulisi soveltaa erityyppisissä automaatio-sovelluksissa. Esimerkiksi yritysverkoston MES-tason tietojärjestelmien yhteistoiminta vaatii erilaisia tietoturvan ratkaisumalleja kuin pienten, tiukasti reaaliaikaisten sulautettujen UA-palvelimien tiedonsiirto.

Kuva 29. OPC UA -pohjainen tietojärjestelmäintegraatio.



Aikaisemmasta OPC:sta poiketen OPC UA tarjoaa mahdollisuuden tietomallien konfigurointiin. Tämän uskotaan mahdollistavan tietojen joustavan siirron useiden eri automaatio- ja tietojärjestelmien välillä. Kun erilaisissa sovelluksissa tarvittavien tietomallien konfiguroinnissa hyödynnetään jo määriteltyjä ja tekeillä olevia standardeja, OPC UA:n tapa käsitellä tietomallia tehostaa järjestelmien liittämistä toisiinsa ja yhteiskäyttöä. OPC UA herättää tehdasmallin henkiin muuttamalla staattisia määrittelyjä, toteutuksia ja suunnitteludataa dynaamiseksi toimin-

nan, kunnossa- ja käynnissäpidon sekä elinkaaren hallinnan välineeksi.

OPC UA -spesifikaation haaste on hajautettujen ja yhteistoiminnallisten sovellusten luotettavuus. Luotettavuuden kannalta keskeinen asia on sovelluksen koordinaation toteutus. Laajoissa sovelluksissa on kiinnostavaa, miten useiden sovelluspalveluiden yhteistoiminnasta muodostuvat transaktiot, sekä ns. lyhyet atomiset että pitkäkestoiset liiketoimintatransaktiot saadaan mukaan tietomalliin ja toteutukseen. Samoin tärkeää on se, miten hajautuneiden tapahtumien hallinta saadaan

toteutetuksi systemaattisesti yhtenäisen notifikaatiomekanismin avulla. Lisäksi on tärkeää sovittaa OPC UA -tekniikoihin perustuvat koordinaatiopalvelut yritysten muiden tietojärjestelmien tarjoamiin palveluihin.

OPC UA:n on ennustettu tulevan käyttöön ensin sovelluksissa, joita vanhan OPC:n avulla oli vaikea toteuttaa. Käytännössä tämä tarkoittaa alimpien ja ylimpien automaatiotasojen sovelluksia. Sulautetut UA-palvelimet tulevat tarjoamaan uusia mahdollisuuksia mitausten ja toimilaitteiden tasolla. Toisaalta yritysten toiminnanohjaustasolle (ERP) voidaan tarjota korkeamman tason rajapintoja ja jalostetumpaa tietoa.

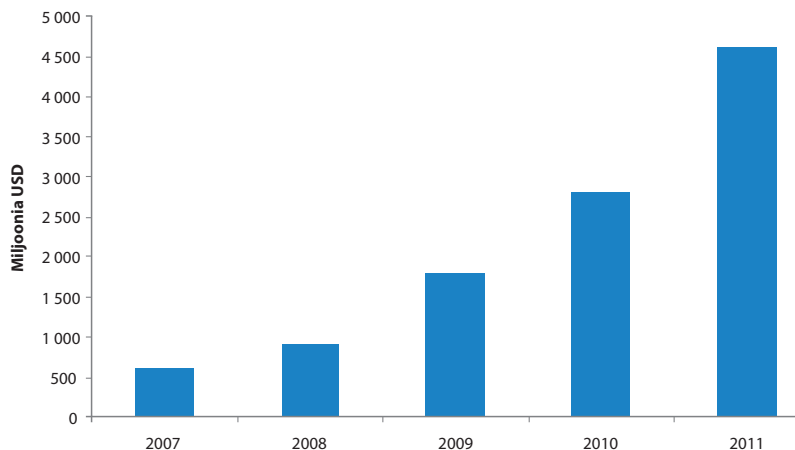
OPC UA:n keskeinen vaikutus automaatioyrityksiin on, että spesifikaatio helpottaa järjestelmien liittämistä toisiinsa ja niiden käyttämistä suurempien kokonaisuuksien osana. Toiminnallisten tasojen kytkeminen toisiinsa tulee kustannustehokkaammaksi ja ylläpidettävämmäksi. Tietoa jalostavat lisäarvopalvelut näkevät standardoidun rajapinnan, mikä avaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia pienille, fokusoiduille toimijoille.

3.2 Langattomat anturiverkot

Langattomien anturiverkkojen (wireless sensor network, WSN) sovellukset ja markkinat ovat kasvuvaiheensa alkupuolella. Kuva 30 on esitetty arvio teollisten WSN sovellusten markkinoiden kehityksestä (ON World Inc. 2007).

Sovellusten vaatimat teknologiat kehittyvät nopeasti. Suuri osa langattomiin verkkoihin suuntautuvasta tutkimuksesta on keskittynyt matalan tason kysymyksiin, kuten tiedonsiirtoprotokoliin, energian säästöön, tai anturisolmun paikantamiseen. Nämä ovat vält-

Kuva 30. Teollisten WSN-sovellusten maailmanmarkkinoiden kehitys.



tämättömiä käytännön sovelluksen toteutuksessa, mutta lisäksi tarvitaan työkalut, jotka sitovat automaatio-sovelluksen vaatimukset langattomien verkkojen perusominaisuuksiin (mm. rajoitettu laskentakapasiteetti, tiedonsiirron kapasiteetti- ja luotettavuusongelmat, tietoturva, rajoitettu toiminta-aika).

Kehitystrendejä

Automaatio-sovelluksissa edellytetään, että toteutuksessa käytetään koeteltuja tekniikoita, joiden enemmässä määrin oletetaan perustuvan avoimiin standardeihin. Valitettavasti WSN-sovellushityksessä tilanne ei ole tällainen. Useat laitevalmistajat haluavat edelleen pitäytyä valmistajakohtaisissa ratkaisuis- ja yhteensopivuudessa aikaisempien tuotesukupolvien kanssa. Tällä on vaikutusta heidän standardoimistyös- ottamaansa kantaan: he kannattavat standardien kehitystyössä ratkaisuja, joihin heidän olemassa olevat tuotteet sopivat joko sellaisinaan tai pienin muutoksin.

On perusteltua olettaa, että WSN teknologia voittaa perinteiset langallisiin

väyliin perustuvat ratkaisut. Tämä murros myös tarkoittaa sitä, että kun WSN-teknologia on lyönyt itsensä läpi, niin liiketoimintamallit ovat muuttuneet. Min- kä tahansa alan teknologiajohtajat vastustavat uutta teknologiamurrosta, koska se tekee heidän tuotteistaan vanhentuneita. Teknologiamurrokset aina luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia

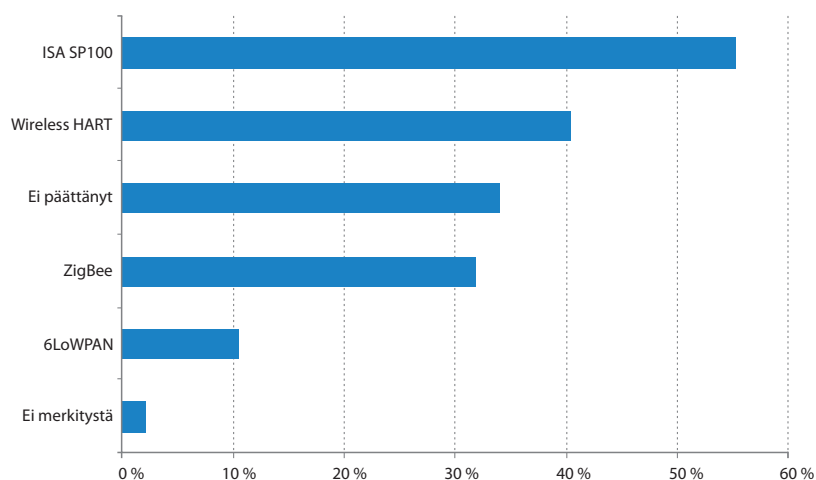
etenkin PK-yrityksille.

Kaikki merkittävät prosessiautomaatiojärjestelmien toimittajat ovat aloittaneet WSN-teknologian kehittämisen, ja vastaavia ensimmäisiä tuotteita on ollut saatavilla useimmilta toimittajilta 2–3 vuoden ajan. Muutos on selvästi tapahtumassa ja, ainakin teollisuuden osalta, lähitulevaisuudessa nähdään erilaisia sekaratkaisuja, joissa on mukana sekä uutta langatonta tekniikkaa että perinteistä langallista tekniikkaa. PK-yritykset ovat myös olleet aktiivisia murroksen tekijöitä.

Langattoman teknologian läpimurtoa auttaa standardointi. Valitettavasti langattoman tiedonsiirron standardeja on monia, ja niitä tulee koko ajan lisää. Standardien lisäksi on olemassa useita toimittajakohtaisia de-facto-standardeja. Mikään nykyisistä standardeista tai ratkaisuista ei kuitenkaan yksinään pysty vastaamaan kaikkiin automaatio-sovellusten vaatimuksiin.

Kuvassa 31 on esitetty automaatioalan asiantuntijoiden näkemys yleisim-

Kuva 31. Arvio yleisimpien standardien soveltuvuudesta tulevaisuuden sovelluksiin. (ON World Inc. 2007)



pien langattoman tiedonsiirron standardien soveltuvuudesta tulevaisuuden sovelluksiin (ON World Inc. 2007).

Sovellusalueita

Langattomien verkkojen markkinasegmentit ja sovellusalueet ovat moninaiset. Seuraavassa on lueteltu eräitä mahdollisia sovellusalueita. Luettelo ei pyri olemaan täydellinen, sen tarkoitus on kuvata sovellusalueen laajuutta ja teknologian suomaa liiketoiminta-alueita, joista monet antavat PK yrityksille uusia mahdollisuuksia..

- *Logistiikka*: toimitusketjujen valvonta ja ohjaus
- *Energiantuotanto*: Smart gridin valvonta, kulutusmittarien etävalvonta/luenta
- *Teollisuustuotanto yleensä*: Prosessien laadunvalvonta, koneiden kunnonvalvonta, varastonvalvonta, prosessien säätö, robottien ohjaus, päästöjen valvonta

- *Terveydenhuolto*: potilaiden ja henkilökunnan sijainnin määrittäminen elintärkeiden signaalien valvonta, etäterveydenhuolto, vanhusten ja vammaisten kotona asumisen tuki
- *Kiinteistöt*: energian käytön optimointi sisäilmaston säätö valaistuksen ohjaus, pysäköinnin ohjaus, palo yms. hälyttimet
- *Infrastruktuurin valvonta*: sillat, tunnelit, liikenteenohjaus
- *Ympäristön valvonta*: metsäpalot, saastumisen havainnointi, tulvien ja tsunamien havainnointi
- *Yleinen turvallisuus*: väestönsuojelu pelastushenkilöstön paikannus
- *Maatalous*: täsmäviljely (kastelu, lannoitus yms.)
- *Muita*: Sotilassovellukset, sääpalvelut, rajavalvonta, vähittäiskauppa.

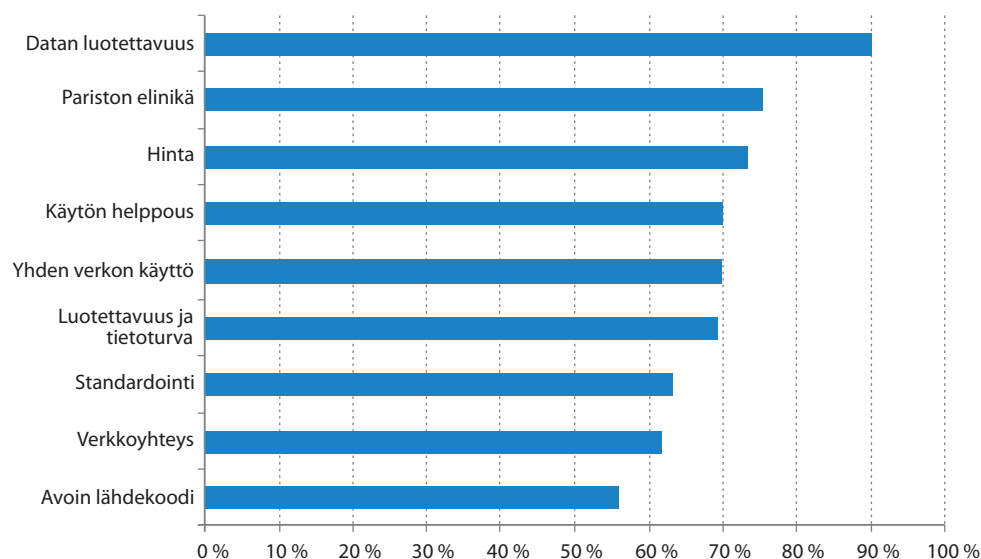
Kehittämistarpeita

Lähitulevaisuudessa langattomien verkkojen tärkein sovellusalue tulee ole-

maan kunnonvalvonta. Huolimatta siitä, että kunnonvalvontaan liittyvien investointien odotettu takaisinmaksuaika on yleensä lyhyt, monia koneita tai järjestelmiä ei valvota jatkuvasti. Eräs tärkeä syy tähän on asennusten kalleus. ON World Inc:n haastattelututkimuksen mukaan liki puolet haastateltavista suunnittelee langattomien järjestelmien käyttöönottoa lähitulevaisuudessa.

Loppukäyttäjät priorisoivat WSN-sovellusten kehittämistarpeet oheisen kuvan (Kuva 32) mukaisesti. Toisin sanoen liki 90 % loppukäyttäjistä pitää tärkeänä kehityskohteena verkossa siirrettävän tiedon luotettavuuden parantamista, liki 80 % katsoo pariston eliniän kasvattamisen olevan tärkeää. Eräs yksityiskohta on loppukäyttäjän toive soveltaa automaatiojärjestelmässään vain yhtä verkkoa, ts. pitemmän päälle joudutaan siten langattomiin verkkoihin.

Kuva 32. WSN-sovellusten kehittämistarpeet. (ON World Inc. 2007)



3.3 Mallintaminen ja simulointi

Mallintaminen ja simulointi ovat tulleet monilla toimialoilla olennaiseksi osaksi tuotantoa ja liiketoimintaa hierarkian eri tasoilla. Kehittyneemmät säätöjärjestelmät ovat jo pitkään hyödyntäneet mallintamista osana säätökonseptia (mallipohjaiset säätimet, säätimien viritys ja testaus simulaattorin avulla, adaptiiviset ja oppivat järjestelmät), mutta digitalisoinnin ja mallipohjaisuuden edetessä yhä korkeammalle järjestelmähierarkiassa ja organisaatiossa, riittää myös uusia haasteita, kuten liiketoimintaprosessien mallintaminen.

3.3.1 Mallien kehittäminen ja hyödyntäminen

Mallit voidaan jakaa staattisiin ja dynaamisiin malleihin, ja kumpiakin käytetään automaattoratkaisuissa. Säätöteoria perustuu dynaamisiin malleihin, kun taas korkeamman hierarkian järjestelmät, kuten ainemäärien tasaukset ja termodynaamiset iteratiiviset systeemit, käyttävät yleensä staattisia malleja. Staattiset mallit ovat tavallisia myös suunnittelussa (lujuuslaskelmat, mitoitukset, taselaskennat).

Logistiset järjestelmät käyttävät usein tapahtumapohjaisia (discrete event) malleja ja simulointia suunnitteluun, pullonkaulojen löytämiseen ja optimointiin. Kun kuvataan ilmiöitä laitteiden ja komponenttien sisällä, käytetään jakautuneiden parametrien malleja eli osittaisdifferentiaaliyhtälöitä ja FEM-laskentaa niiden ratkaisuun ja simulointiin.

Yleisimpiä mallien käyttökohteita ovat: prosessisuunnittelu, laitekehitys, CAD, säätö- ja automaattisuunnittelu, säätö- ja automaattitestaus, käyt-

töhenkilökunnan koulutus, malliprediktiiviset säätimet, optimointi, analyysit (esim. herkkyyshanalyysit, turvallisuusanalyysit), päätöksenteon tuki, prosessiseuranta, laskennalliset anturit ja raportointi, visualisointi, valvomosuunnittelu, kunnossapito, vikadiagnosi.

CASE-esimerkki: Prosessilaitos

Simuloinnin sovellusalueita on seuraavassa havainnollistettu valitsemalla esimerkkikohteeksi prosessilaitos. Käyttökohteet on esitetty karkeasti prosessilaitoksen elinkaaren mukaan. Vastaavia esimerkkejä löytyy myös esimerkiksi kokonpanoprosesseista.

Simulointi- ja laskentatyökalujen käyttö on jo arkipäivää prosessilaitoksen suunnittelussa. Simuloinnilla voidaan alkuvaiheen konseptitarkasteluissa karsia pois epäkelvot ratkaisut sekä mitoittaa laitos karkeasti. Myöhemmin simulointia voidaan hyödyntää prosessin sekä sen automaation yhtäaikaisessa suunnittelussa, testauksessa ja kelpoisuudessa. Erityisesti automaattisuunnittelu vaatii malleilta dynaamisia piirteitä. Etenkin muutostilanteissa laitoksen toiminnassa saattaa tulla esiin ilmiöitä, joiden tarkastelu ei onnistu muulla kuin dynaamisella simulaattorilla. Voidaan esimerkiksi paikallistaa huonosti toimivia prosessilaitteita tai säätöpiirejä, jotka haittaavat toistensa toimintaa. Suppeallakin simulointimallilla voidaan saada tuntumaa toimenpiteiden vaikutuksista. Laajemman alueen kattavalla dynaamisella simulaattorilla voidaan tarkastella myös ajallisesti ja paikallisesti etäällä olevia vaikutusketjuja.

Koulutus on laitostmittakaavan dynaamisen simulaattorin tavanomaisinta aluetta. Koulutuksessa ei riitä, että simulaattorilla voidaan toistaa laitoksen jokin tyypillinen, tasainen ajoti-

lanne, vaan mielenkiintoisia tapauksia ovat prosessin muutokset, kuten häiriöt, laiteviat sekä erityisesti ylös- ja alasajot. Tyypillisesti koulutettavia ovat laitoksen tulevat tai nykyiset operaattorit. Kun simulaattorikoulutus liittyy uuden laitoksen (tai merkittävän uusin-
nan) käyttöönottoon, siihen voidaan liittää valvomosuunnittelun testaus-
ta ja käyttöliittymäratkaisuiden kehittämistä.

Prosessin simulaattoriavusteinen analyysi liittyy sekä prosessin suunnitteluvaiheeseen että käytön aikaiseen kehittämiseen ja tulevien prosessi- ja automaatiomuutosten arviointiin. Analyysisimuloinneilla voidaan esimerkiksi osoittaa prosessin ajotavan muutoksen tai jonkin yksikköoperaation uusin-
nan hyötyjä, tai että prosessi on turvallinen ja ympäristönormit täyttävä.

3.3.2 Vaikutukset automaatioalan liiketoimintaan

Mallinnuksen ja simuloinnin merkitys on, ehkä hitaasti, mutta vakaasti ollut kasvamassa vuosikausia. Mallinnuksen ja simuloinnin rooli kasvaa entisestään, kun tuotteiden ja tuotannon elinkaaren hallinnasta yhä suurempi osuus siirtyy ns. virtuaalipuolelle. Kehityksen hidasteena on, että mallinnus ja simulointi on usein huomattavan osaamisintensivistä. Se on matemaattisena ja ilmiöläheisenä alana verraten vaativaa, työkalujen käyttö vaatii kouluttautumista ja perehtyneisyyttä.

Parempi turvallisuus ja laatu – sekä imago

Suurimpina perusteina mallinnuksen ja simuloinnin käyttöön automaatioalalla on kustannustehokkuus ja turvallisuus. Simuloimalla voidaan suunnitella ja testata eri ratkaisuja virtuaali-



ympäristössä ennen kuin siirrytään ko-keilemaan niitä todellisuudessa. Järjestelmien toimintaa voidaan testata eri vikatilanteissa, myös sellaisissa joita todellisessa ympäristössä ei voida turvallisuus- ja kustannussyistä testata. Operaattoreita voidaan kouluttaa tehokkaasti virtuaaliprosessilla. Toimitusten laatutaso nousee, kun järjestelmä otetaan käyttöön kaikin puolin koetelumpuna. Käytönaikaiset mallit järjestelmästä tai toimintaprosessista mahdollistavat kohteen optimoinnin. Vai-
kutukset kustannuksiin ja turvallisuuteen ovat merkittävät.

Mallintamista ja simulointia voidaan näiden perinteisten hyötyjen lisäksi pitää vielä nykyäänkin hyvänä keinona erottua edistyksellisenä toimijana tiukoissa kilpailutilanteissa. Tuotteen tai palvelun toiminnan esittely simulomalla erilaisia käyttötilanteita mahdollisimman todentuntuisesti on tehokas markkinointikeino. Tässä käyttötarkoituksessa yksinkertaisellakin laskenta-mallilla päästään usein visuaalisesti tehokkaaseen tulokseen.

Simulointi sopii ulkoistettavaksi

Simulointia hyödyntävillä yrityksillä on yleensä itsellään ns. tavanomaisia simulointityökaluja (taselaskenta, FEM, CFD), mutta mallinnus- ja simulointityötä myös alihankitaan yliopistoista ja tutkimuslaitoksista. Alue onkin luonteeltaan erittäin sopiva ulkoistamiselle ja jonkin verran asetelma on synnyttänyt pk-yrityksiä. Näistä muutamat edustavat kansainvälisillekin markkinoille myytäviä mallinnus- ja simulointityökaluja, ja myynnin ohessa järjestävät koulutusta, tekevät alan toimeksiantoja ja konsultointeja. Myös valmiin kaupallisen ohjelman syvälinen tuntemus yhdistettynä mallinnettavan koh-

teen hallintaan on hyvä peruste liiketoiminnalle. On myös lukuisia public domain- tai open source -tyyppisiä mallinnus- ja simulointiohjelmia, jotka osaavien ihmisten käsissä voivat tarjota huomattavia liiketoimintamahdollisuuksia.

Laskentamallien integraatio suunnittelujärjestelmiin

On tyypillistä samankin tarkkuus- ja yksityiskohtaisuustason laskenta- ja simulointimalleille, että ne on toteutettu erilaisissa mallinnusympäristöissä ja että mallien konfiguraatietiedolla on harvoin tietoteknistä linkkiä suunnittelun tai käytön muihin järjestelmiin. Esimerkiksi prosessisimulointi on usein irrallinen, muun tehdassuunnittelun ja käytönnoton rinnalla kulkeva tehtävä, jota insinööritoimistoissa, laitevalmistajilla ja automaatiotoimittajilla tekevät ainoastaan asiaan vihkiytyneet asiantuntijat. Simuloinnin tuottama tieto muuhun suunnitteluun ja testaukseen kulkee lähinnä paperilla tai suullisesti.

Suunnitteluala on viime vuosikymmeninä kokenut useita murroksia. Tietokoneavusteiset menetelmät veivät suunnittelijat piirustuspöydiltä tietokoneen näytöille piirtämään insinöörikaavioita. Viimeisen vuosikymmenen aikana 3D-mallinnus on merkinnyt jälleen uutta tapaa suunnitella teknisiä kohteita. Tällä hetkellä sähköisen tiedonhallinnan tehostuessa dokumentti- ja kaavio-pohjaisesta suunnittelusta ollaan siirtymässä kohti tuotemallilähtöistä suunnittelua, jossa tuotteen rakenteille määrätään etukäteen käsitteellinen malli. Suunnitteluprojektissa ja tuotteen elinkaareissa laajemminkin noudatetaan ja hyödynnetään tätä mallia ja siirretään suunnittelutieto eri toimijoiden välillä tässä rakenteellisessa muodossa. Van-

han tavan kaaviot tai 3D-kuvat ovat tässä lähestymistavassa näkyviä tuotemalliin. Toinen muutos suunnittelutyössä on sen entistä verkottuneempi luonne. Suunnitteluun osallistuu yhä globaalimmin henkilöitä useista organisaatioista. Tämä vaatii myös suunnittelu- ja simulointiympäristöiltä entistä enemmän.

Tuotemallinnus integroi tehokkaasti suunnittelun eri osa-alueita ja auttaa vuoropuhelua eri alojen suunnittelijoiden kesken. Tämä merkitsee entistä enemmän kokonaisuuden huomioon ottavaa suunnittelua, mikä edellyttää joustavien ja yhteensopivien simulointi- ja optimointimenetelmien kehittämistä. Tuotteen suorituskyvyn optimointi on nähtävä osana sen suunnittelua eikä erillisenä työvaiheena.

Simulointiavusteisten työmenetelmien keskeinen vaikutus automaatioyhteyksiin on, että ne tehostavat sovelusten kehittämistä, testausta ja koulutusta automaation tuotekehityksessä ja projektitoiminnassa. Simuloinnin integraatio suunnittelutyökaluihin on osa teknologiamurrosta, jossa otetaan käyttöön tietomallipohjaisia työvälineitä ja -menetelmiä tuotteita ja järjestelmiä koskevien tietojen siirtoon ja hallintaan. Tämä hyvään suuntaan kulkeva kehitys aiheuttaa suuria vaatimuksia insinöörikoulutukselle. Eri vaativuustasoille on pystyttävä kouluttamaan osaajia, jotka hallitsevat useita eri alueita. Tietotekniset ympäristöt, jotka luonnollisella tavalla integroivat näitä perinteisesti erillisinä pidettyjä alueita, saattavat olla yksi ratkaisu tähän ongelmaan. VTT:n vetämä Simantics-kehitystyö on jo pitkällä oleva hanke tähän suuntaan, tavoitteena avoimeen lähdekoodiin perustuva mallinnuksen ja simuloinnin integraatioympäristö (Simantics 2010).

3.4 Tiedonlouhinta

Tietotekniikan menetelmä- ja laitteistokehitys mahdollistaa entistä paremmin suurten datamäärien varastoinnin ja käsittelyn ja se on synnyttänyt vireitä tutkimusalueita, kuten kuvankäsittelyyn perustuvat mittaukset, 3D-tomografia ja tiedonlouhinta. Näistä jälkimmäinen sisältää ehkä eniten markkinapotentiaalia, koska se on hyödynnettävissä käytännössä kaikilla aloilla.

On sanottu, että digitaalisen tiedon (datan) määrä kaksinkertaistuu joka vuosi. Sanonta tuskin edes riittää kuvaamaan nykyvauhtia. Kaksi vaikuttavinta tekijää tähän on tietokantapohjaisten tietovarastojen (data warehouse) yleistyminen, laajentuminen ja integroituminen sekä Internetin kehitys.

Tiedolla on liiketoiminnallista arvoa, kun se on sovellettavissa. Tiedonlouhinta on suurten tietomäärien analysointia oleellisen ja tiettyyn tarkoitukseen hyödynnettävän tiedon (tietämyksen) etsimiseksi. Oheinen kaavio esittää tiedon jalostamisen vaiheita (Kuva 33). Tiedonlouhintaa on tutkittu ja hyödynnetty 1990-luvun alusta läh-

tien. Sitä voisi kutsua modernisoiduksi data-analyysiksi, mutta se on huomattavasti markkinaläheisempää: hyödylliset tulokset kiinnostavat enemmän kuin matemaattiset algoritmit. Menetelmät ovat monitieteellisiä, tarvitaan mm. tilastotieteitä, tietotekniikkaa, mallinnusta, tehokkaita visualisointimenetelmiä sekä riittävää sovellusalueen tuntemusta.

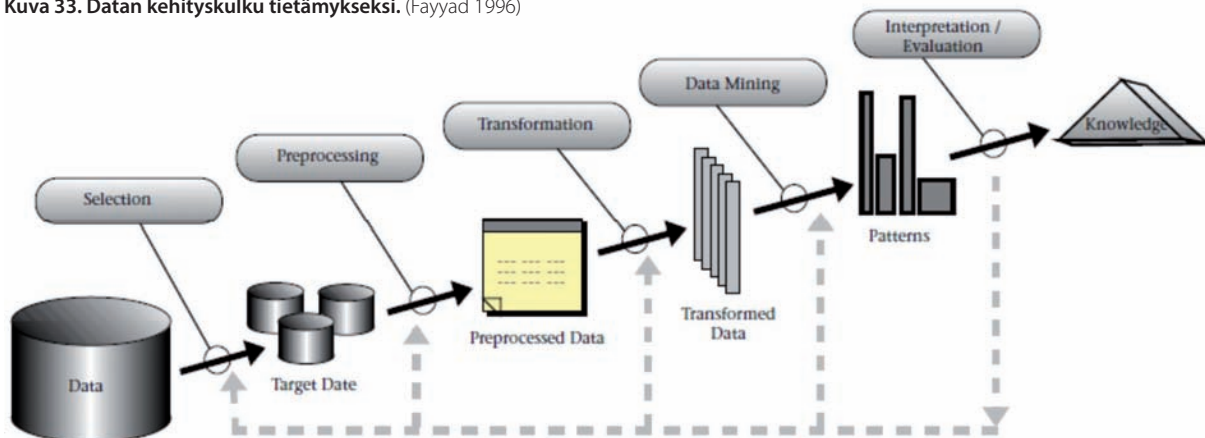
Tiedonlouhintaa tehdään paitsi numeeriselle datalle, myös tekstidatalle ja kuville. Varsinainen tiedonlouhinnan killer-applikaatio onkin Google. Usein tiedonlouhinnan tavoitteena on tutkimusongelman syy-seuraussuhteiden ymmärtäminen niin, että voidaan muodostaa malleja päätöksenteon tueksi. Tiedonlouhintaa voi soveltaa kaikkien digitaaliseen dataan, joskaan valmiita menetelmiä ja algoritmeja tähän ei aina löydy. Yleisimpiä tiedonlouhinnan menetelmiä ovat klusterointi, luokittelu ja regressio, ja assosiaatioiden ja peräkkäisten toimintojen etsintä (Hand 2001). On arvioitu, että vähintään 70 % tiedonlouhinnan työmäärästä kuuluu datan esikäsittelyyn. Eri tietojärjestelmät tuottavat edelleen dataa omissa

formaateissaan, mikä tarkoittaa paljon käsityötä, ennen kuin varsinaisia analyysimenetelmiä päästään käyttämään. Standardintytöitä tarvitaan siis tälläkin alueella.

Suomessa on korkealaatuista tiedonlouhinnan tutkimusta ja myös muutamia tiedonlouhintaan erikoistuneita yrityksiä. Asiakskuntana on yrityksiä on laidasta laitaan, prosessiteollisuutta, kapaletarveteollisuutta, tietoliikenneoperaattoreita, palveluntarjoajia, yliopistoja (ks. esim. www.datarangers.fi, www.xtract.com, www.numos.fi). Tiedonlouhintaa on hyödynnetty pitkään markkinatutkimuksen työkaluna, esim. markkinasegmentoinnissa, asiakasprofiloinnissa ja riskianalyysissä.

Tiedonlouhintamenetelmät sopivat hyvin myös teollisen datan analyysiin (Laine 2003). Teollisuudesta kuulee paljon kommentteja, että järjestelmät on modernisoitu, dataa tulee hurjasti ja kaikki menee kovalevylle, ehtisi vaan joku joskus hyödyntää. Onkin yllättävää, miten vähän tällä alueella on syntynyt tuotteita ja palveluja. Yhtenä syynä voidaan pitää aihealueen osaamisintensivisyyttä sekä sitä, että datasta uutetun

Kuva 33. Datan kehityskulku tietämykseksi. (Fayyad 1996)



tietämyksen arvoa ja luotettavuutta on vaikea mitata. Vaaditaan kokemusta päättämään, onko tulos kultakimpale vai sattumaa. Paras toimintamalli olisi-kin sovellusasiiantuntijan ja menetelmäasiiantuntijan yhteistyö. Haastavuudesta huolimatta – ja siitä johtuen – nimenomaan tiedonlouhinnan automatisointi eri sovelluskohteisiin sisältää paljon liiketoiminnallista potentiaalia.

Tiedonlouhinnan hyödyntäminen on vasta alussa ja siksi alue tarjoaa paljon liiketoimintamahdollisuuksia. Pääsy tietoon helpottuu jatkuvasti, mikä entestään parantaa toimijoiden mahdollisuuksia omien sovellusten ja asiakkaidatan yhdistämiseen. Luovalla ajattelulla on paljon sijaa alalla, sillä yllättäviä, arvokkaita tuloksia saattaa saada vanhan, täysin muuhun tarkoitukseen kerätyn aineiston analysoimisella ja yhdistämisellä muun datan kanssa.

3.5 Käyttöliittymä- ja vuorovaikutusteknologiat

Automaatiota kehitettäessä voi ensin näyttää ilmeiseltä tavoitteelta, että pyritään vähentämään tarvetta ihmisen suoraan vuorovaikutukseen ohjattavan systeemin kanssa. Tällainen tarkastelu jää kuitenkin vain puolitiehen. Automaatio pikemminkin muuttaa ihmisen ja ohjattavan prosessin suhdetta: monotoniset tai muuten triviaalit prosessinhallinnan tehtävät voi hoitaa kone, joka on useimmiten erittäin tarkka ja tekee vähän virheitä. Ihminen taas huolehtii luovempaa ja soveltavampaa ongelmanratkaisua vaativista tehtävistä. Näin ihmisen ja koneen vastuunjako muuttuu automaation lisääntymisen myötä. On huomattava, että samalla myös vaatimukset ihmisen ja koneen rajapinnassa oleville käyttöliittymä- ja

vuorovaikutusteknologioille kasvavat.

Käyttöliittymien yleiseksi hyvyyskriteeriksi on muodostunut käytettävyyden, joka kuvaa käyttöliittymän kykyä toimia luontevana vuorovaikutuksen välineenä. Käytettävyyttä voidaan kehittää erilaisilla käytettävyyden menetelmillä, joihin kuuluu olennaisesti käyttäjätiedon hyväksikäyttö suunnitteluprosessissa.

Liiketoimintanäkökulmasta voidaan myös ajatella, että käyttöliittymä on usein väline, jonka avulla ohjausjärjestelmän muita ominaisuuksia esitellään. Näin panostukset käyttöliittymän muotoon ja ulkoasuun auttavat ymmärtämään myös ohjaus- ja säätöalgoritmien edistyneisyyttä. Tämä on ensikädessä edellytys sille, että operaattori pysyy tietoisena prosessin ja automaation tilasta, mutta myös välillisiä muita esimerkiksi markkinointiin ja imagon rakentamiseen liittyviä hyötyjä voidaan ajatella muodostuvan.

3.5.1 Virtuaali- ja lisätty todellisuutta hyödyntävä vuorovaikutus

Automatisoidussa teollisuusympäristössä on usein paikkoja, jotka eivät fyysisten häiritteijöiden vuoksi sovellu henkilöstön pitkäaikaiseen oleskeluun. Häiritteijöitä voivat olla esimerkiksi melu, kuumuus, kosteus, säteily jne. Tämän lisäksi jotkut paikat voivat olla vaikeasti saavutettavissa. Tällaisissa yhteyksissä voidaan hyödyntää ns. tilakäyttöliittymiä, jotka perustuvat virtuaalitodellisuuden hyödyntämiseen. Ohjaus voidaan suorittaa tilasta, joka muistuttaa ominaisuuksiltaan kohdetilaa, mutta vaaratekijät on poistettu. Näin saadaan säilytettyä vuorovaikutuksen intuitiivisuus tinkimättä turvallisuudesta.

Tilakäyttöliittymä muodostuu kah-

desta tekijästä: käyttäjän vapaasta liikkumisesta tilassa sekä kehollisesta käyttöliittymästä. Kehollisessa käyttöliittymässä ihminen voi käyttää koko kehonsa liikkeitä koneen ohjaamiseen. Sen toteuttamiseen tarvitaan antureita, jotka mittaavat käyttäjän asentoa ja toimintaa. Vapaa liikkuminen tilassa vaatii käyttäjän paikannusta käyttöliittymän käsittämässä tilassa. Tämä on tyyppillisesti sisätilapaikannusta, mutta on mahdollista ajatella tilallisen käyttöliittymän käyttävän syötteenään laajempaa ulkotiloissa liikkumista ja paikantamista. (Välikynen 2007)

Lisätyksi todellisuudeksi (augmented reality, AR) kutsutaan sovelluksia joissa reaaliaikaisesti lisätään informaatiota johonkin mediaan, tyypillisesti videokuvaan. Lisätty informaatio voi periaatteessa olla mitä tahansa tietoa esimerkiksi urheilukilpailuissa on nähty johdossa olevan suorituksen tietoja toisen kilpailijan suorituksen aikana vertailukohtana. Teollisessa ympäristössä lisätyn todellisuuden sovelluksia on kehitetty esimerkiksi kentällä tehtävään prosessitiedon monitorointiin (esim. Savioja et al. 2007). Tällaisessa sovelluksessa käyttäjä osoittaa kannettavalla laitteella, joka sisältää videokameran ja näytön, kiinnostavaa prosessin osaa. Lisätyn todellisuuden sovellus hakee kohteesta lisää tietoa esimerkiksi automaatio- tai kunnossapitajärjestelmästä ja lisää tiedot videokuvaan. Näin voidaan paikan päällä päästä käsiksi normaalisti vain valvomossa olevaan tietoon. Älykkään tunnistusjärjestelmän avulla laite tietää mistä prosessilaitteista käyttäjä haluaa tietoja. Käyttäjän kannalta vuorovaikutustilanne on luonnollinen ja parhaassa tapauksessa hän pystyy seuraamaan toimiensa vaikutuksia suoraan paikan päällä.

3.5.2 Etävalvonta ja -käyttö

Tietoliikennetekniikka on jo pitkään mahdollistanut prosessien valvonnan ja jopa käytön fyysisen etäntymisen ohjattavasta kohteesta. Hyvä esimerkki jo kymmeniä vuosia jatkuneesta etähallinnan hyödyntämisestä saadaan pienistä Lapissa sijaitsevista vesivoimaloista. Keskusvalvomosta voidaan ohjata kymmenien laitossyksiköiden toimintaa, esim. säädetään tuotantoa, jännitettä, jne. (Nuortio 2010). Myös Suomen sähköjakelun kantaverkkoa valvotaan ja ohjataan etähallinnan avulla. Mittaus-, tila- ja tapahtumätietoja välitetään valvomoihin ja ohjauskäskyjä valvomoista sähköasemille (Kuussaari 2010).

Viimeisen kymmenen vuoden kehitys on entisestään madaltanut kynystä erilaisiin etähallinnan keinojen soveltamiseen jopa niin, että se on merkittävästi yleistynyt arkielämänkin puolella. Uusi sysäys kehitykselle on tullut selainkäyttöliittymien kehittymisestä. Terminologia alalla on kirjavaa, käytössä on ainakin termit etähallinta, etäkäyttö, etävalvonta, etämonitorointi, etäluenta, etäoperointi, kaukovalvonta, käytönvalvonta ja kaukokäyttö, jotka toki osin tarkoittavat eri asioita.

Etähallinnan toteutus ja hyödyt

Etähallinnassa hyödynnetään tietoliikenneyhteyttä kaukokohteen ja valvontapisteen välillä. Nykyään tarjolla olevia tietoliikenneverkkoja ovat suljetut radioverkot, lähes maailmanlaajuiset matkapuhelinverkot (GSM, CDMA), sekä lanka- että langattomiin yhteyksiin perustuvat laajakaistayhteydet (LAN ja WiFi) sekä satelliittiyhteydet (Alahuh- ta 2004). Sekä kiinteään Internet-yhteyteen että esim. GSM-tekniikkaan perustuva etäyhteys on edullinen pystyttävä ja käyttäjä, ja toteutustekniikasta

yrityksen ei tarvitse välttämättä ymmärtää mitään, sillä alueella aktiivisesti toimivat palvelutarjoajat pystyvät toimittamaan toteutuksen kokonaisuudessaan. Pienehköissä toteutuksissa palvelun ostaminen onkin yleensä järkevää, ja oman sovelluksen dataan pääsee lyhyessä aikataulussa käsiksi internet-sivujen kautta.

Etävalvonta mahdollistaa kustannustehokkaan prosessista tai muusta mitattavasta kohteesta saatavan tiedon keräämisen ja analysoinnin, sillä yksi toimija voi tällä tasolla valvoa useampaa kohdetta. Kohtuullisen yksinkertaisissa kohteissa, kuten pumppaamo tai vedenpuhdistamo, tekniikka onkin levinnyt hyvin laajaan käyttöön, sillä riittää, että yleensä hyvin toimivat yksiköt ilmoittavat itsestään ongelmien ilmaantuessa. Tällöin ratkaisuksi riittää usein hälytysten koodaaminen tekstiviestiksi. Tämä tarkoittaa säästöä rutiinikäyntien määrässä, mikä saattaa olla ratkaiseva mahdollistaja esim. toiminnan maantieteelliselle laajentamiselle. Laitte- tai laitteistoyksilöistä (esim. pienpuhdistamo) saatava etävalvonta-data mahdollistaa kunnossapidon palvelu yritykselle tehokkaan toiminnanohjauksen ja mahdollistaa, että käyttövarmuus ja laatu saavutetaan minimikustannuksin (Seppälä 2010).

Etävalvonta tukee palveluliiketoimintaa

Etävalvontaa käytetään nykyään myös kohteissa, joissa prosessia valvotaan ja ohjataan myös paikallisesti. Tällöin datan siirto etävalvomoon (tai mille tahansa internetissä olevalle tietokoneelle) tuo prosessitiedon hyödyntämiseen yhden tason lisää jokapäiväisen prosessin hallinnan lisäksi. Tällainen taso mahdollistaa uudenlaisen tavan hyödyn-

tää yrityksen harvalukuista asiantuntijajoukkoa ja fokusoida huomio asioihin, joita normaalikäyttöhenkilöstö ei motivoitautuisi, koulutustaustansa tai kii- reensä takia - tai siksi että seuraavat aina vain yhtä ja samaa prosessia – pysty analysoimaan. Erilaisista etävalvonnan keskuksista ja palvelukeskuksista voidaan esimerkiksi seurata laitoksen pitemmän aikavälin käyttäytymistä ja tehdä analyyseja ja suunnitelmia mahdollisista prosessin suorituskykyä parantavista muutoksista. Palvelukeskuksessa automaatio- ja kunnossapitojärjestelmien tuottamia tietoja voidaan verrata historiatietoihin, muihin vastaaviin laitoksiin (benchmarking) tai prosessimalleihin ja näin jatkojalostaa päivittäisessä ohjauksessa käytettyä tietoa. Tämänkaltaisen prosessin suorituskyvystä kertova tieto voi olla erittäin arvokasta prosessin omistavalle yritykselle, sillä sen avulla voidaan havaita ajoissa poikkeamia normaalisuorituskyvystä, tehostaa nykyistä toimintaa, sekä paremmin suunnitella suuria investointeja vaativia korjaus- ja muutostöitä.

Yhdestä fyysisestä paikasta tehtävä usean järjestelmän samanaikainen valvonta ja ongelmanratkaisu parantaa mahdollisuuksia hyödyntää tehokkaasti rajallista asiantuntijajoukkoa. Tämä mahdollistaa myös toimintojen ulkoistamispyrkimyksiä eli toisaalta uutta liiketoimintaa, kun esim. laite- tai kemikaalitoimittaja pystyy valvomaan ja jopa tekemään ohjauksia asiakkaan prosessissa omalla selkeästi rajatulla vastualueellaan. Oman lisämahdollisuutensa tähän tuovat helposti konfiguroitavat ja joustavat langattomat anturiverkot, joilla esim. reaaliaikainen varastohallinta voidaan toteuttaa asiakkaan tiloissa ilman kiinteitä asennuksia.



Toisaalta selainpohjaiset käyttöliittymät tekevät kohteen etämonitoroinnin ja -operoinnin paikasta riippumattomaksi. Laite- ja järjestelmätoimituksissa etävalvonta ja -käyttö helpottavat kansainvälistymistä, sillä ne vähentävät matkayms. kustannuksia laajennettaessa liiketoimintaa pitkien matkojen päähän. Tässä suhteessa erityisesti mobiiliteknikoiden kehittyminen luo jatkuvasti myös uusia mahdollisuuksia, kun esimerkiksi ohjelmaversioiden päivittämisen etänä tai tarkan videokuvan hyödyntäminen entisestään helpottuvat.

Standardointi tärkeää

Tämä raportti tuo monessa kohdin esiin standardoinnin merkityksen automaatioliiketoiminnalle. Myös etähallinnan kannalta tietoliikennetarkaisuiden standardirajapinnoilla on keskeinen merkitys. MIMOSA on ei-kaupallinen yhteenliittymä joka pyrkii kehittämään ja tukemaan käytön ja kunnossapidon avointen standardien hyödyntämistä teollisissa ympäristöissä. MIMOSA:n OpenO&M-tiedonvälitysmalli (Open Operations and Maintenance) standardoi tiedonvälityksen eri yritysjärjestelmien välillä. MIMOSA on määritellyt ja standardoinut käyttöomaisuuden kunnossapidon informaation hallinnan kokonaisvaltaisesti huomioiden sekä laitekannan että tarvittavien resurssien informaation. Standardin avulla käyttöomaisuuden informaatio voidaan tehokkaasti välittää mui-

hin yritysjärjestelmiin kuten esimerkiksi yrityksen ylätasoin resurssienhallinnan suunnittelun (ERP) sekä toimitusketjun hallinnan (SCM) järjestelmiin (www.mimosa.org, Seppälä 2010). Rajapintojen lisäksi tärkeä reunaehto on itse tietoliikenneverkko, millä alueella luonnollisesti myös tapahtuu kehitystä. Etähallintaverkkojen suunnittelussa pitääkin huomioida mahdollisuus tietoliikennemodulin päivittämiseen verkkojen kehittyessä.

Suomessa etähallinnan alalla on runsaasti toimijoita, vahvaa tietotaitoa, sekä yritteliäisyyttä, mistä mainioksi esimerkiksi voi nostaa Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen tukeman vesihuollon avoin automaatio -hankkeen (Vilmi 2009). Verkottumalla etähallintaan liittyvän liiketoiminnan tasoa ja volyyminä voitaisiin edelleen nostaa ja kehittää kansainväliseksi.

3.5.3 Sosiaalinen media

Automaatiosovelluksille pätee melkein aina, että käyttäjänä on jonkinlainen organisaatio. Organisaation koko voi vaihdella, mutta käyttäjärooleja on vähintään muutama erilainen. Tällöin automaatiota käytetään, ei pelkästään prosessin ohjaamiseen, vaan myös välillisesti tiedon jakamiseen, prosessin optimoimiseen ja muuhun tuotannon sekä organisaation kehittämiseen liittyvään toimintaan. Sosiaalisen median sovelluksia, eli esimerkiksi wikiä, blogeja ja chat-palstoja, voidaan hyödyntää

tällaisessa käytössä. Esimerkiksi liittämällä päiväkirjamaisia kirjoituksia suoraan automaatiojärjestelmän käyttöliittymäkomponentteihin voidaan tietoa jakaa operaattoreille juuri oikeassa asiayhteydessä. Näin tieto on saatavilla aina kun ko. komponenttia käsitellään.

Sosiaalinen media on myös yksi mahdollinen tietolähde tiedonlouhinnalle. Sosiaalisen median ja tiedonlouhinnan yhdistäminen on lupaava osa-alue, jota hyödyntämällä yritykset ja yhteisöt voivat ottaa yhteisöllisen älyn käyttöön heikkojen signaalien tunnistamiseksi. Heikkojen signaalien käyttäminen mahdollistaa markkinatilanteen paremman hyödyntämisen, esim. tuotteen/palvelun ominaisuuksien hienosäätämisen keskeisen asiakassegmentin tyydyttämiseksi tai optimaalinen hinnoittelu ennustetun kysynnän mukaan.

Sosiaalisen median lähestymistapa voisi tarjota apuvälineitä myös verkottuneen toiminnan käytännön haasteisiin. Mittava ja aikataulultaan tiukka projekti asettaa yritysverkostolle suuria organisointi- ja kommunikointihaasteita. Jos verkosto käsittää eri puolilla maapalloa toimivia tahoja, aiheuttavat aikavyöhykkeet oman käytännön ongelmansa. Wiki-pohjainen tiedon jakaminen ja tietämyksen kerryttäminen saattaisi toimia kevyenä ja yksinkertaisena ratkaisuna eri yritystahoista koostuville ja projekteittain vaihtuville verkostoille.

Automaation uudet sovellukset

Liiketoimintamahdollisuuksia on olemassa olevien tuotantoprosessien ja järjestelmien parantamisesta ja palveluiden kehittämisestä, mutta suurin potentiaali pitkällä aikavälillä löytyy maailmaa olennaisesti muuttavista kehityskuluista ja murroksista. Esimerkiksi seuraavia automaation kanalta merkittäviä globaaleja trendejä on havaittu:

- Energia- ja ympäristöteknologiat, uusiutuvat energialähteet, älykäs sähköverkko
- Uusiutuvat ja kierrätettävät materiaalit, biopohjaiset tuotteet, biohajotavat ja uusiutuvista raaka-aineista tehdyt tuotteet, jotka korvaavat perinteisiä tuotteita, metsäsektorin murros.
- Sähköautot ja -työkoneet, työkonekehitys, kotirobotit, akkuteknologiat
- Informaation integraatio kaikkialla (tehtaissa, liikeyrityksissä, kotona, kaupassa), datanmurkskaus ja -jäljitys, laskennalliset tekniikat.
- Viihdesovellukset, pelit, lisätty ja virtuaalitodellisuus
- Tulevaisuuden koti ja rakennus/kiinteistöautomaation uudet sovellukset
- Informaation ja datan muuttuminen kauppatavaraksi
- Etäoperointi, palvelu internetin välityksellä, tietoliikennetekniikan uudet mahdollisuudet

- Hoito- ja senioripalveluiden automatisointi
- Kunnossa- ja kunnossapidon sekä elinkaaren hallinnan sovellukset.

Lisää ennusteita teknologioiden murrosvoimista löytyy mm. Techcastista (Techcast 2010).

4.1 Järjestelmien integrointuminen ja liiketoimintaprosessien automaatio

Automaatio on historiansa aikana laajentunut yhä korkeammille hierarkiatasoille. Ensimmäisissä sovelluksissa käytettiin vain yksittäisiä säätöpiirejä, jolle annettiin manuaalisesti asetusarvot. Yksinkertaisen säätöpiirin suorituskyky tuli ongelmaksi jo yksittäisten sovellusten hallinnassa monimuuttujaprosesseilla. Monimuuttujajärjestelmissä oli suunniteltava hallintamekanismeja useiden suureiden yhteisvaikutuksille - tarvittiin koordinoitua eri säätimien kesken.

Pian nähtiin tarve laajemmille kokonaisuuksille sekä vertikaalisesti että horisontaalisesti. Horisontaalisesti vastaan tuli haasteita esimerkiksi useilla alemman tason säätimillä, jotka oli viritetty toimimaan itsenäisesti, mutta jotka kytkettynä samaan prosessiin aiheuttivat ristiriitailanteita ja ongelmia. Syntyi tarve ylemmän tason hallintamekanismeille. Tämä kehitys läh-

ti kaskadijärjestelmistä, joissa hitaampi ylemmän tason säädin antaa asetusarvon nopeammalle alemman tason säätimelle. Tyypillisesti nopeammalla säätimellä säädettiin toimilaitteiden epäideaalisuuksia ja häiriöitä, jotta saatiin toteutettua ylemmän tason edellyttämä ohjaussignaali. Pian nähtiin tarpeet laajemminkin ja ylemmällä automaatiojärjestelmän hierarkiassa, ja tämä kehityskulku vei tuotannonohjaus- ja suunnittelujärjestelmiin.

Kehitys kenttäväyläratkaisuisissa on mahdollistanut sekä horisontaalisen että vertikaalisen integraation, mutta laajan järjestelmän optimointi on haastava tehtävä, joka edellyttää runsaasti työtä ja ymmärrystä prosessista. Suunnittelijalla tulee olla kokemusta, jotta hän kykenee tekemään oikeita päätöksiä optimaalisen kokonaiskäyttämisen kannalta - minkä säätöpiirien pitäisi olla viritetty tehokkaiksi ja mitkä toimivat puskureina, minkä tyyppiset häiriöt kannattaa välittää muille säätöpiireille, jotta ne voitaisiin kompensoida tehokkaasti.

Samaan aikaan kun automaatio on tullut yhä korkeammalle yrityksen järjestelmissä, järjestelmäpuolella on ollut huomattavasti nopeampi kehitys johtaen eri järjestelmien integroitumiseen. Ylemmällä tasolla ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning, toiminnanohjaus) on toiminut alustana, jolla kaikki yrityksen järjestelmät ja tie-

dot saadaan integroitua. MES-järjestelmä (Manufacturing Execution System, valmistuksenohjaus) toimii perinteisen automaatiojärjestelmän ja ERP-järjestelmän välissä. Muita tietojärjestelmiä, joita integroidaan ERP-järjestelmään, ovat mm. CRM (Customer Relationship Management, asiakkuudenhallinta), BI (Business Intelligence), tuotetiedon ja elinkaaren hallinta, HR-järjestelmät (Human Resources, henkilöstöpalvelut), suunnitteludokumenttien hallinta sekä muita yritys- tai toimialakohtaisia järjestelmiä.

Liiketoimintaprosessien automaatio

Kun nämä kaksi trendiä, automaation nouseminen korkeammalle järjestelmähierarkiassa ja tietojärjestelmien integroituminen, ovat kohdanneet, on looginen seuraus ollut automaatiosovellusten laajentuminen liiketoimintaprosesseihin (BPA, Business Process Automation). Tämä kehitys on ollut erittäin nopeaa, ja tulevaisuudessa se on yksi voimakkaimmin kasvavista automaation osa-alueista. Scgeer et al. (2004) ovat toimittaneet kirjan "Business Process Automation" aiheesta yleisemmällä tasolla ja Hofstede et al. (2009) kirjan "Modern Business Process Automation: YAWL and its Support Environment", jossa esitetään liiketoimintaprosessien automaation periaatteita YAWL-ympäristössä.

Liiketoimintaprosessien automaatiassa on useita eri tasoja. Tietyille osa-alueille on valmiita tuotteita, kuten laskutusautomaatio, myyntiautomaatio, hankinta-automaatio ja raportointiautomaatio. Näissä sovelluksissa on tavallisesti kysymys perusprosessien automaatiosta ja tiedonsiirrosta ja raportoinnista, joissa harvemmin käytetään kehittyneitä säätöjärjestelmiä.

Liiketoimintaprosessien optimointi ja kehittyneiden hallintamekanismien muodostaminen on tehtävä räätilöidyillä ratkaisuilla käyttäen mallintamista ja simulointia, joka edellyttää käsityötä ja osaavia resursseja. Toisaalta saavutetut hyödytkin ovat suuremmat. Kun tehdään säädin pinnankorkeudelle, niin sitä on vakiintuneena ratkaisuna vaikea myydä hyvällä voitolla, mutta kun vastaava säädin kehitetään rahavirtoihin ja resurssien hallintaan, siitä voidaan laskuttaa merkittävästi enemmän.

Kaikkein korkeimmalla hierarkiassa toimivat päätöksenteon tukijärjestelmät, joissa laajennetaan katsantokantaa oman yrityksen ulkopuolelle - tarkastellaan toimitus- ja alihankintaketjuja, palveluverkostoja, markkinoita ja kysyntää, lainsäädännön muutoksia, jne. Tämän tason työkaluilla optimoidaan toimintaa ja kehitetään eri skenaarioihin strategioita, jotka ottavat huomioon epävarmuuksia ja pyrkivät parantamaan tulevaa suori-tuskykyä. Tästä on helppo nähdä analogiat kehittyneen säädön sovelluksiin perinteisissä automaatiojärjestelmissä.

Nyt on jo nähtävissä useita sovelluksia, joissa sovelletaan perinteisen automaation ratkaisuja liiketoimintaprosesseihin:

- Kalmanin suodattimella estimoidaan liiketoimintaprosessin tilaa, jota ei voida suoraan mitata.
- Liiketoimintaprosessiin on kehitetty vikadiagnosijajärjestelmä, joka havaitsee poikkeamat normaalista toiminnasta aikaisessa vaiheessa ja paikallistaa vian lähteen.
- Liiketoimintaprosesseista kehitetään johdolle vastaavia koulutus-simulaattoreita, kuin mitä on perinteisessä ympäristössä käytetty operaattorien koulutukseen.

Yritysten tietojärjestelmien integroitua on käden ulottuvilla suuri määrä tietoa, jonka hyödyntäminen on vielä kehittymätöntä. Liiketoimintaprosessien automaation markkinoilla on valtava potentiaali, kun kehitetään uusia menetelmiä ja ratkaisuja, joiden vaikutusten rahallinen arvo on erittäin merkittävä loppuasiakkaalle.

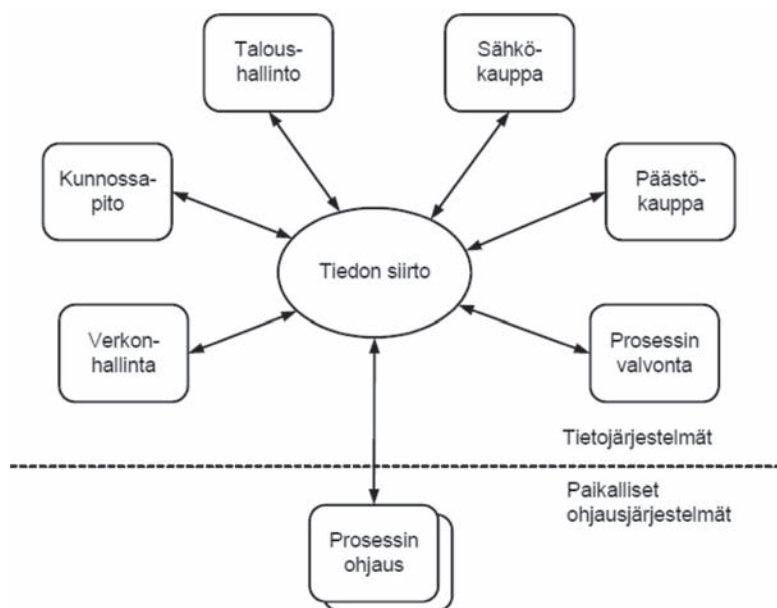
4.2 Nousevat teollisuudenalat ja niiden automaatio

Ympäristökysymykset, energian saata-vuus ja energiamarkkinoiden vapautuminen ovat nostaneet esiin tarpeen kehittää uusia materiaaleja, tuotteita ja energian tuotantomuotoja. Esimerkiksi bioenergia sopii monen kehittyvän maan alueelliseksi primäärienergiaksi. Samalla informaatioteknologiasa ja automaatiassa tapahtunut kehitys on tarjonnut uusia mahdollisuuksia näiden toteuttamiseen. Tutkimustoiminta on aktiivista monissa eri maissa, esimerkiksi USA:ssa ja Euroopassa. Alueelle odotetaan muodostuvan kasvavaa liiketoimintaa. Samalla teollisuustuotannolle asetetaan poliittisia tavoitteita, jotka myötävaikuttavat kestävää kehitystä tukevan tekniikan laajentumiseen.

Muutos vaikuttaa moniin tekniikan ja talouden alueisiin. Esimerkiksi Suomessa Energia- ja ympäristöalan strategisen huippuosaamisen keskittymä CLEEN Oy on valinnut seuraavat strategiset tutkimusteemat:

- Hiilineutraali energiantuotanto
- Hajautetut energijärjestelmät
- Kestävät polttoaineet
- Energiamarkkinat ja älykkäät sähköverkot
- Tehokas energiankäyttö

Kuva 34. Hajautetun energiajärjestelmän hallintaan liittyviä toiminnallisia kokonaisuuksia. (Valkonen et al. 2005)



- Resurssitehokkaat tuotantoteknologiat ja palvelut
- Materiaalien kierrätys ja jätteiden hallinta
- Mittaus, monitorointi ja ympäristötehokkuuden arviointi.

Eräät näistä teemoista liittyvät perusilmiöiden ymmärtämiseen ja prosessitekniikkaan, mutta kuten listasta nähdään, automaatio ja informaatiotekniikka ovat mukana useimmissa. Sen avulla voidaan toteuttaa älykkäitä komponentteja ja hallita laajoja, eri valmistajien tuotteista integroitua prosessikokonaisuuksia. Tyypillinen yhteinen tekijä on myös maantieteellinen hajautus, joka yhdistettynä uudenlaisiin välineisiin mahdollistaa uudenlaiset lii-

ketoimintamallit. Yritykset voivat tarjota esim. energialaitosten etäkäytön ja kunnossapidon palveluita (Kuva 34).

Yleisesti ottaen nämä sovellukset eivät edellytä merkittävällä tavalla uudenlaista automaatio- ja tietotekniikkaa, vaan paremminkin olemassa olevan tekniikan soveltamista uudella tavalla. Useilla kestävän kehityksen alueilla pyritään kohti pieniä, paikallisia ratkaisuja, jotka on kuitenkin pystyttävä yhdistämään esimerkiksi laajoiksi energiajärjestelmiksi. Tällöin tarvitaan mm. edullisia laitteita ja ohjelmistoja, käyttäjäystävällisyyttä, itsekonfiguroituvuutta ja vikasietoisuutta sekä standardien mukaisia rajapintoja (DENSY 2007, Valkonen 2005). Edullista tekniikkaa syntyykin esimerkiksi kulu-

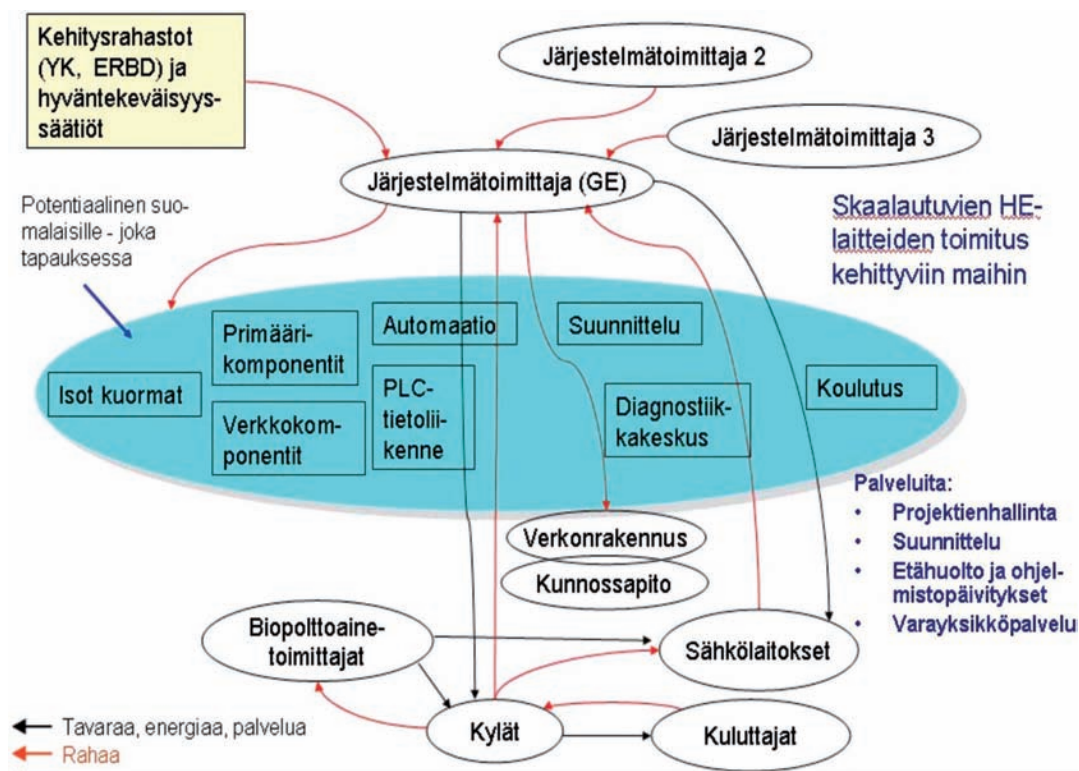
tukevia standardeja on olemassa ja tu-
lossa eri sovellusalueilla. Tämä tarjoaa
mahdollisuuksia innovatiivisille yrityk-
sille, ensi kotimaan pienillä markkinoil-
la ja sitten kansainvälisesti, joko erik-
seen myytävillä erikoiskomponenteilla
ja -ohjelmistoilla tai laajempien tuottei-
den ja projektitoimitusten osilla.

Esimerkkinä voidaan mainita ke-
hittyvien maiden sähköistäminen. Niil-
lä alueilla on pulaa insinööreistä. Siksi
sähköverkot on pakko tehdä älykkäis-
tä komponenteista – itse asiassa sa-
moista kuin johtavissa teollisuusmais-
sa. Sähköistämisen liiketoimintamalle-
ja havainnollistaa oheinen kuva (Kuva
35, Bergman 2006). Kylät keräisivät ra-
hat kuluttajilta ja aktivoisivat biopoltto-
aineen tuottajat.

Tässä skenaariossa suomalaisille
voisivat sopia esimerkiksi seuraavat lii-
ketoiminnot:

- Sähköverkkojen ja niiden tukioh-
jelmistojen suunnittelu.
- Tietoverkon kautta suoritettu etä-
diagnostiikka ja ohjelmistohallinta
sähköverkolle tai sen komponent-
teille.
- Sähköverkkojen asennusprojektien
hallinta.
- Sähköverkkoon liittyvä koulutus.
- Isojen älykkäiden ”kuluttimien” suun-
nittelu ja toimittaminen yhdes-
sä paikallisen valmistuksen kans-
sa. Esimerkiksi pakastamot ja talo-
automaatio.
- Sähköverkon automaation kompo-
nentit.
- Sähköverkon tehonsiirtojohtoa hyö-
dyntävän kommunikoinnin (PLC –
Power Line Communication) kom-
ponentit.
- Biokaasureaktoreiden valmistami-
nen paikallisessa yhteistyössä.

Kuva 35. Kehittyvien alueiden sähköistäminen kansainvälisenä yhteistyönä, suomalaisille sopivat liiketoiminnot. (Bergman 2006)



4.3 Palveluiden automaatio

Palveluiden automaatio pitää sisällään heterogeenisen joukon sovelluksia robotiikasta etämonitorointiin ja kiinteistöautomaatioon. Ainoa yhdistävä tekijä näillä sovelluksilla on, että niissä automatisoidaan palveluita.

Palveluiden automaation alalla erityisesti hoito- ja vanhusten palveluiden sovellukset ovat merkittäviä kalliin työvoiman maissa, joissa lisäksi väestön ikäpyramidissa vanhusten määrä

on korostunut. Ikääntyvä väestö tarvitsee kalliita työvoimaintensiivisiä palveluita. Näiden palveluiden tehostamisessa automaatiolla on merkittävä potentiaali, ja tutkimus tällä alalla on aktiivista. Esimerkiksi Aro & al. (Aro 2008) ovat julkaisseet kirjassaan "Teknologia-avusteisia asumissovelluksia senioreille" useita automaatiosovelluksia tältä alueelta.

Palveluiden automaation alueella on erittäin suuri potentiaali pk-yrityksille. Ala on erittäin nopeasti kehittyvä, innovatiivinen ja heterogeenisuus-

desta johtuen hyvin pirstaleinen muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Suuremmat yritykset eivät koe pirstaleista markkinaa houkuttelevana, kun taas pienemmille yrityksille markkinat ovat riittävän suuret. Palveluautomaation alalla erikoistuminen ja kansainvälistyminen on pk-yrityksille erityisen houkuttelevaa.

4.4 Rakennusautomaatio

4.4.1 Automaatioaste nousee rakennuksissa

Rakennus- ja kiinteistöautomaatio on tällä hetkellä erittäin ajankohtainen automaation sovellusalue useastakin syystä:

- Tuotannon ja valmistuksen siirtymässä osittain Suomesta pois rakentaminen ja kiinteistöt pysyvät Suomessa, joten markkinat eivät tule pienenemään.
- Perinteisen rakennusautomaation rinnalle on tullut innovatiivista, nopeasti kehittyviä "tulevaisuuden

koti" -tyyppisiä sovelluksia, joissa on merkittävää potentiaalia pk-yrityksille.

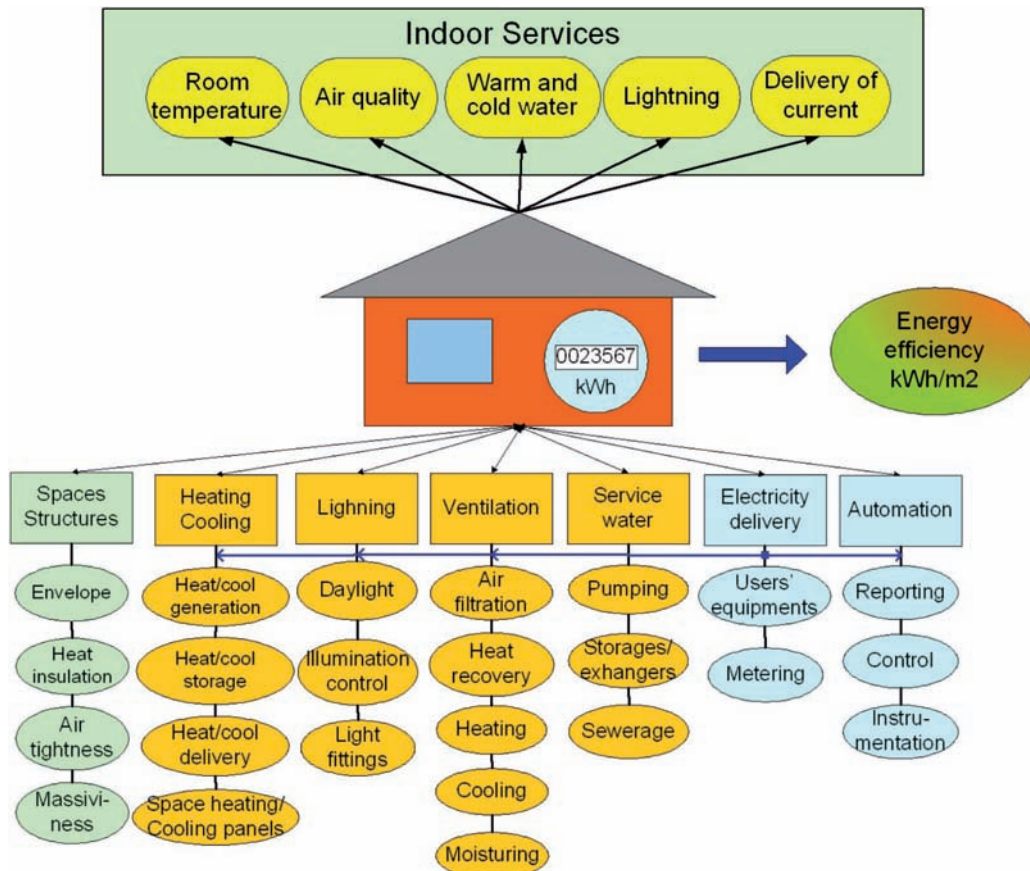
- Rakennusautomaatio käyttää standardeja, jotka helpottavat pk-yritysten mahdollisuutta toimia alalla (BACnet, Lonworks, KNX, Liite C).
- Tavoite yhä korkeampaan energiatehokkuuteen luo merkittäviä mahdollisuuksia automaatioteknisuuden toimittajille

Rakennusautomaatiojärjestelmä on työkalu, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmastoon ja valaistukseen sekä laa-

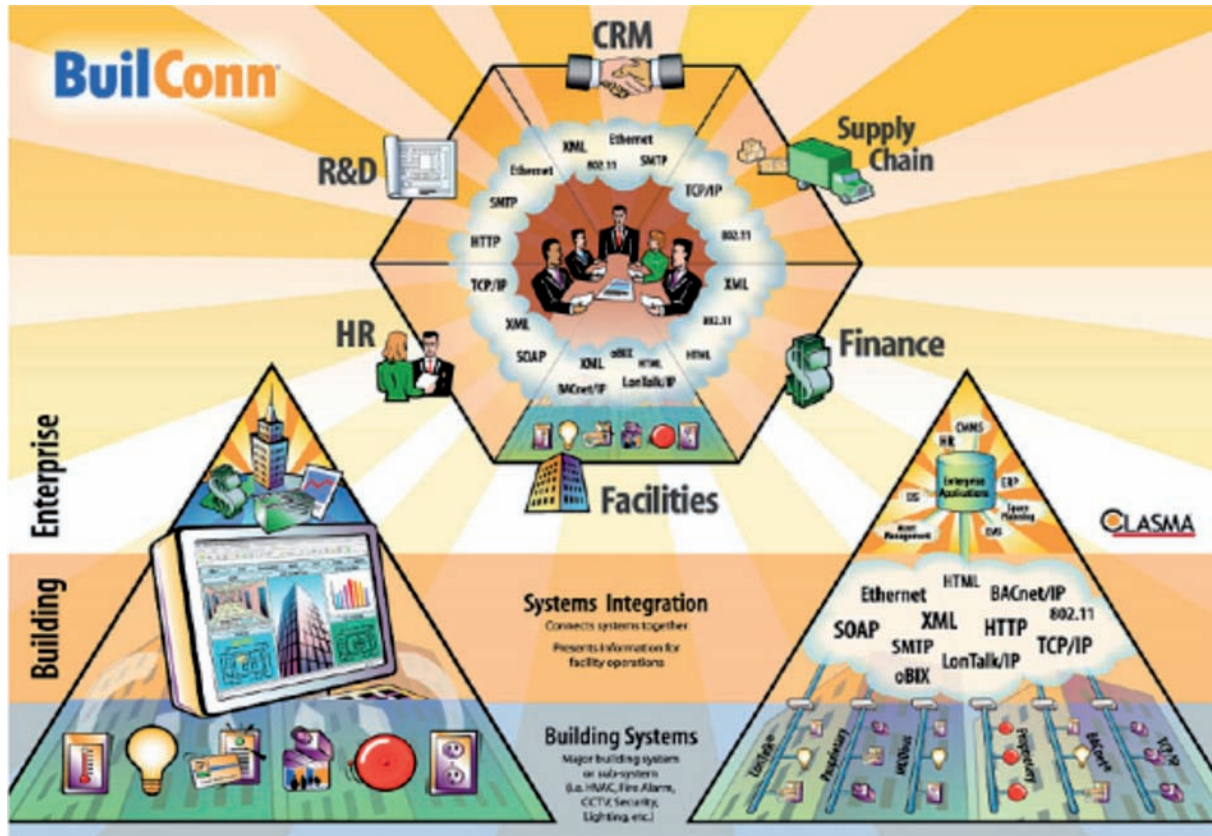
jasti tulkiten myös rakennusten turvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan rakennuksen teknisiä laitteita ja pyritään minimoimaan energiankulutus, laitteiden kulumisen, melu ja muut laitteiden käytöstä aiheutuvat haitat.

Rakennusautomaatio on sovelta- va ja poikkitieteellinen rakennusalan osa-alue. Sen avulla integroidaan eri taloteknisiä laitteita ja järjestelmiä toimivaksi kokonaisuudeksi. Tavoitteena on ohjata taloteknisten järjestelmien kokonaisuutta optimaalisesti rakennuksen energiatehokkuuden ja sisäolosuh- teiden takaamiseksi, Kuva 36.

Kuva 36. Rakennusautomaation rooli talotekniikassa. (Pietiläinen 2007)



Kuva 37. Kiinteistöt ja liiketoimintaympäristö. (BuilConn 2009)



Rakennusautomaatio on jo pääosin standardoitunutta tekniikkaa. Se integroi vähitellen rakennuksen muitakin tietoteknisiä järjestelmiä ja muuttuu yhä avoimemmaksi tarjoten uudenlaisia palveluja myös kiinteistön ulkopuolisille sidosryhmille. Kuva 37 kertoo ICT:n, internetin, kiinteistöjen ja niissä suoritettavan liiketoiminnan välisistä riippuvuuksista.

Perinteisesti integrointi on keskitynyt rakennuksen eri taloteknisten järjestelmien väliseen tiedonvaihtoon, kuten palojärjestelmän hälytystietojen hyödyntämiseen rakennusautomaatiossa tulipalotilanteessa. Tulevaisuudes-

sa huomio kiinnittyy yhä enemmän rakennusten taloteknisten järjestelmien ja yritysten liiketoimintajärjestelmien integroimiseen.

Tieto- ja viestintätekniologia etenee vauhdilla, mutta rakennusautomaatiossa on vielä pitkään käytössä perinteinen tekniikka. Jotta ICT:stä saataisiin kaikki hyöty irti, tarvitaan portti vanhan ja uuden välille. Jo nykyään kännykällä voi halutessaan seurata kotinsa sähkönkulutusta tai napsauttaa saunan päälle jo matkalla mökille, mutta suuren kiinteistön koko automaation hallinta ja mahdollisuus huonekohtaiseen säätöihin yhdellä käyttöliittymällä

on vasta tulossa. VTT on mukana EU:n nelivuotisessa, ensi vuonna päättyvässä I3CON-projektissa, jolla rakennetaan reittiä vanhan ja uuden teknologian välille. Yksi tärkeä teema on rakennusten reaaliaikaiset tietojärjestelmät. Tavoitteena on luoda avoin Building Services Gateway BSG eli rajapinta, joka yhdistää rakennuksen BIM-tietomallin ja rakennusautomaatiojärjestelmät. Rajapinnalla pääsee käsiksi kaikkiin kiinteistöä koskeviin tietoihin. Rajapinta ja liitännät tietolähteisiin perustuvat web-palveluihin. Rakennusalan omien rajapintojen luomista voi pitää välivaiheena, kunnes rakennus- ja kiinteistöautomaatios-

sa voidaan hyödyntää yleisen ICT:n alueella kehitettyjä ratkaisuja. Rakennusten automaatiojärjestelmät ovat osa rakennusten infrastruktuuria ja niiden tulee olla pitkäikäisiä, 10–15 vuotta. (Talotekniikka-lehti 2009)

Rakennusautomaation rajapintojen standardointi on pk-sektorin kannalta keskeistä, sillä näin avautuu mahdollisuuksia kehittää ja liittää rakennuksiin fokuoituja automaatio ratkaisuja ilman, että samalla täytyisi toimittaa rakennuksen kaikki automaatio ratkaisut.

4.4.2 Kulutusmittareiden tietojen hyödyntäminen

Rakennuksissa kuluu yli 40 prosenttia koko Euroopan energiankulutuksesta, eli enemmän kuin liikenteessä tai teollisuudessa. Tästä kaksi kolmasosaa kuluu kotitalouksissa. Tehtyjen selvitysten

mukaan rakennusten energiankulutusta Euroopassa voitaisiin vähentää jopa viidenneksellä energiatehokkuutta parantamalla.

Kulutusmittaustietojen avaaminen asiakkaalle ja/tai tämän valtuuttamalle kolmannelle osapuolelle mahdollistaa erilaisten kulutuksen hallintapalveluiden tarjoamisen loppuasiakkaalle, erityisesti uusia palveluja uusilta toimijoilta olisi odotettavissa, lähinnä pk-yrityksiltä – kuten esimerkiksi:

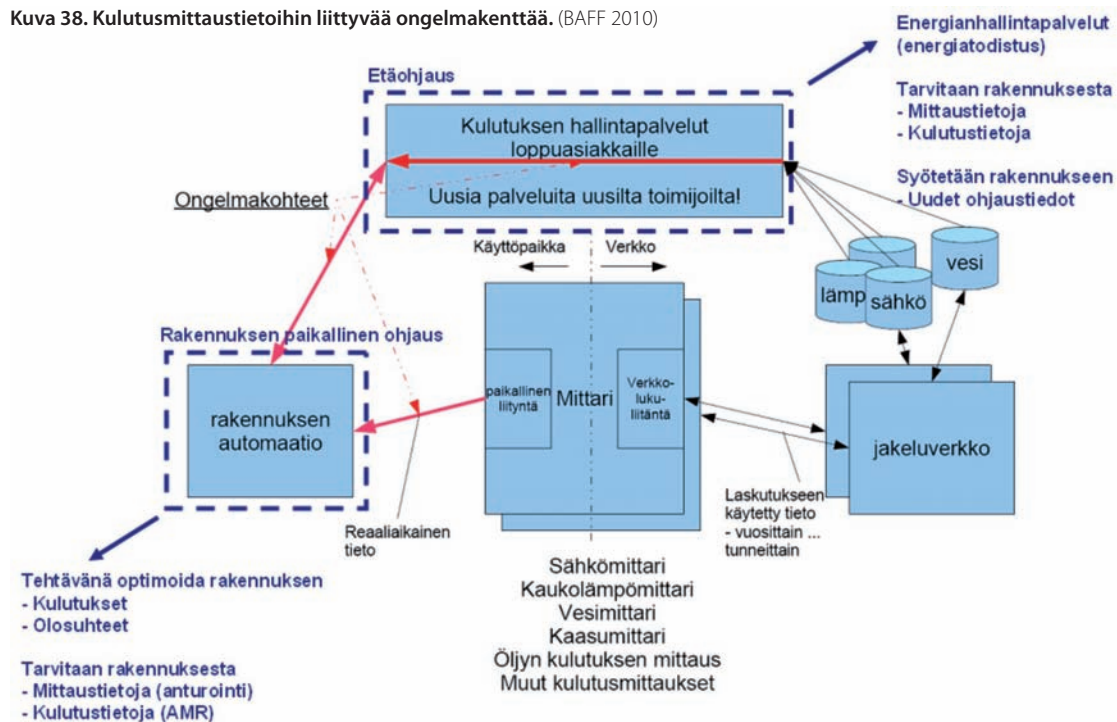
- energiankäytön tehostaminen ja kulutuksen analysointi
- energianhallintapalvelut (energiatodistus yms.)
- kysyntäjoukon käytännön toteutusmallit.

ICT-tutkimuksessa on alettu puhua käsitteestä *empowering people*, eli moni-

puolisin instrumentoinnein, langaton tietoliikennettä, internetiä, mobiiliteknikkaa hyväksi käyttäen ihmisen mahdollisuuksia ja kyvykkyyttä hallita omaa lähiympäristöään tehostetaan monella innovatiivisella tavalla. Oman asumisen energianhallinta on nähty yhtenä säästöpotentiaaliltaan, ekojalanjälkimeleissä, ymmärrettävyydeltään, ja teknisen toteutuskelpoisuuden kannalta tärkeimmistä kohteista. Automaatio on tässä kehityksessä keskeisessä asemassa.

Energian ja veden kallistuessa niiden kustustietojenkin arvo kasvaa, mikä mahdollistaa uuden liiketoiminnan luomisen. Tarve on sekä laskutuksen perusteena olevaan verkkoyhtiön lukemaan tietoon että suoraan mittarilta luettavaan reaaliaikaiseen tietoon. Lukematietoja tarvitaan kaikista kulutuslajeista. Viime aikoina on ilmennyt ongel-

Kuva 38. Kulutusmittaustietoihin liittyvää ongelmakenttää. (BAFF 2010)



mia saada kulutustietoja joko lainkaan tai edes kohtuulliseksi katsottavaa korvausta vastaan. Sähkönkulutustietojen osalta on valmisteltu uusia valtioneuvoston asetuksia, joilla kyseisiä ongelmakohtia pyritään poistamaan.

Kulutusmittaustietoja käytetään ensisijassa laskutustarkoituksiin, joita varten jakelija kerää tiedot energian ja veden tuottajien ja toimittajien puolelta. Jakelijana toimii esimerkiksi sähköjakelun verkkoyhtiö, kaukolämpöyhtiö tai vesi-yhtiö. Luentataajuus vaihtelee vuosittaisesta luennasta aina tunneittain tapahtuvaan luentaan asti. Laskutukseen käytettävän tiedon lisäksi luetaan myös tietoja, joita käytetään esimerkiksi jakeluverkoston toiminnan seuraamiseen. Kuva 38 havainnollistaa kulutusmittaustietoihin liittyvää ongelmakenttää.

Kiinteistön, rakennuksen tai asunon käyttäjällä ja omistajalla on suuri mielenkiinto seurata omaa kulutustaan. Seurantatietoa käytetään esimerkiksi energiankäytön tehostamiseen ja kulutuksen analysoimiseen. Kuluttajalla tai hänen valtuuttamallaan toimijalla täytyy olla mahdollisuus lukea samat tiedot, jotka jakelija lukee mittausjärjestelmäänsä. Kulutustietojen perusteella toimijat voivat kehittää palveluita esimerkiksi kulutuksen vähentämiseksi tai käytön tehostamiseksi. Nämä lisäpalvelut tuovat lisäarvoa asiakkaille, ja niiden hinnoittelu voi hyvin perustua kilpailutilanteeseen markkinoilla.

Kulutusmittareista on enenevässä määrin mahdollisuus lukea paikallisen tiedonsiirtoliitännän kautta tietoa esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmään hetkellisestä sähkötehosta. Jos tieto sähköenergian hetkellisestä hinnasta olisi käytettävissä, voitaisiin rakennuksen järjestelmiä (esim. lämmi-

tystä tai jäähdytystä) ohjata niin, että sähkötehon kulutusta rajoitetaan huipuhintojen aikaan. Rakennusautomaatiojärjestelmät soveltuvat hyvin tällaiseen ohjaamiseen ja tarjoaisivat siis niin sanottuun kysyntäjoukseen hyviä käytännön toteutusmalleja. (BAFF 2010)

4.5 Työkoneiden automaatio

Suomessa on merkittävä määrä työkoneneiden ja niiden automaatoratkaisujen kehitystä. Työkoneiden kehitys on tällä hetkellä murroksessa kun läpimurrot autojen kehityksessä tulevat myös työkoneisiin – näin kävi menneisyydessä esimerkiksi CAN-väylän tapauksessa. Merkittävin pitkän aikavälin kehitystrendi tällä hetkellä sähköauto ja vastaavasti sähköinen työkonene. Uudet läpimurrot esim. akkuteknologiassa ja superkondensaattoreissa tuovat mukanaan automaatiohaasteita, joista löytyy markkinapotentiaalia erikoistuneille pk-yrityksille.

Työkoneautomaation kehityksen kärki on itsenäisesti toimivissa työkonelaivastoissa. Niitä on aivan muutamia koesovelluksia satamissa (Kalmar 2010) ja kaivoksissa (ÅF 2010), mutta suuria määriä tehtaissa ja tukkalogistiikan varastoissa. Jälkimmäinen esimerkki yrittää etäoperoida kaivosajoneuvon lastausta 45 km päästä. Siitä ei ole pitkä matka operointiin toiselta mantereelta. Tällöin operaattori voidaan valita alueelta, jossa on meneillään työpäivä.

Toinen työkoneautomaation trendi on elinkaarikustannusten vähentäminen. Sitä tehdään erottamalla ohjelmisto ja laitteistot väliohjelmakirjastojen (middleware) avulla. Esimerkki tästä on autoteollisuuden AUTOSAR (Autosar 2010). Heidän sovelluksessaan autossa on kymmeniä pieniä tehtäväkoh-

taisia ohjaimia (ECU), jotka on yhdistetty sarjavyöillä ja ohjelmoitu käyttäen välikirjastoja (RTE tässä tapauksessa). Pyrkimyksenä on käyttää uudelleen kerran tehtyjä ohjelmistoja.

Työkoneautomaation osalta tärkeä organisaatio on myös FIMA ry. (Forum for Intelligent Machines, ks. myös <http://www.hermia.fi/fima/>). FIMA:n toiminnan ytimenä ovat teemaryhmät, jotka käsittelevät oman aihepiirinsä asioita, ideoivat ja valmistelevat hankkeita sekä ohjaavat ja valvovat omaa hankesalkkua. FIMA:ssa on tällä hetkellä noin 30 yrittäjäjäsenä ja noin 10 instituutiojäsenä. FIMA:n keskeisinä tavoitteina ovat:

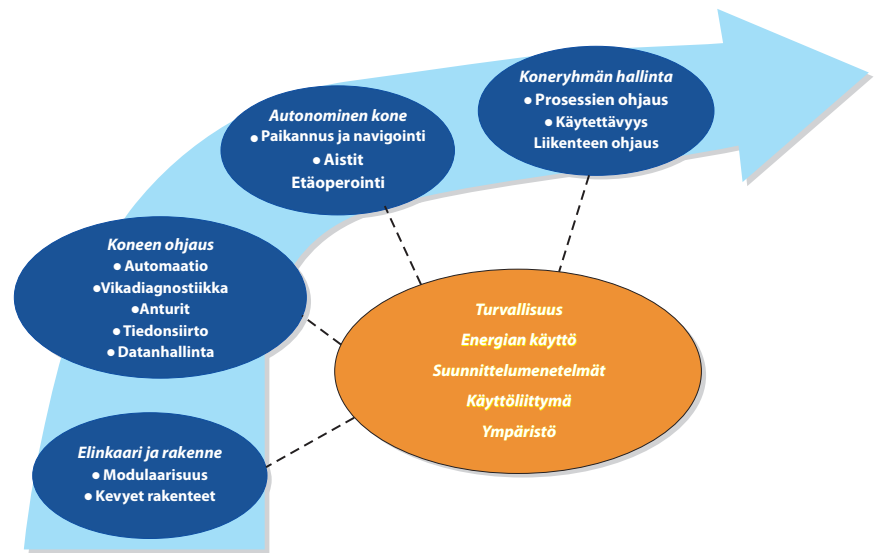
- Kehittää toimintatapa, jossa yritykset yhdessä panostavat pitkäjänteiseen tutkimukseen ja edistävät näin julkisen rahoituksen kohdistamista älykkäisiin liikkuviin työkoneneisiin.
- Turvata innovaatioketjun jatkuvuus perustutkimuksesta tuotekehityksen kautta kaupallistettaviin tuotteisiin.
- Taata yrityksille kestävä teknologian osaamispohja strategioidensa luomiseksi ja liiketoimintansa kehittämiseksi.
- Löytää toimialalle ominaisimmat soveltavan perustutkimuksen (applied basic research) kohteet, joihin keskittymällä noustaan näillä alueilla johtavaksi osaajaksi maailmassa.
- Toteuttaa kansainvälistä yhteistyötä, jossa suomalaisten yritysten tarpeet ovat korostetusti esillä ja jonka yhteydessä kansainväliset huipposaadat hakeutuvat Suomeen.
- Edistää spin-off-yritystoiminnan syntymistä ja kehitystä, jolla vahvistetaan älykkäiden koneiden osaamiskeskittymää.

- Vaikuttaa alan koulutuksen kehittämiseen ottaen huomioon yritysten kehitystarpeet ja tutkimuksen korkean kansainvälisen tason ylläpitäminen.
- Vahvistaa yritysten tuotekokonaisuuden rakentumista ja tuotteen koko elinkaaren aikaista liiketoimintaa.

FIMA:n painopisterakenne vastaa hyvin työkonemaatautia sisällöllistä maimaamaa, ainakin suomalaisesta näkökulmasta. Koneen perusohjaus säilyy edelleen kehittämiskohteena. Koneen automaatioaste on kasvanut ja on edelleen kasvamassa, päätyen aikanaan ehkä täysin autonomiseen koneeseen. Nähtävissä olevassa tulevaisuudessa monet puoliautonomiset tai -automaattiset piirteet muodostavat valtaosan kehityskohteista ja sikäli ihmisen ja koneen tehokas yhteistoiminta ja vuorovaikutus säilyy keskeisenä piirteenä. Koneen ohjaamossa tulee olemaan sekä hyvin ammattitaitoisia, koulutettuja ja koneita ohjaajia että hyvinkin pikakoulutettuja, ehkä lukutaidottomia, vaihtuvan työvoiman jne. ohjaajia. Ergonomia nousee kilpailuvaltiksi.

Koneita tullaan myös etäohjaamaan, ja niiden kunnonvalvontaa ym. hoidetaan yhä etäoperoidummin. Koneryhmän hallinta tulee yhä keskeisemmäksi, koska konetoimitukset kasvavassa määrin ovat järjestelmätoimituksia, so. satamajärjestelmiä, varastojärjestelmiä, kaivosjärjestelmiä, maanmuokausjärjestelmiä jne. Konetoimitukset alkavat luonteeltaan muistuttaa tehdastoimituksia tuotannonohjauksiin, logistiikan ohjauksiin jne. Tieto- ja ohjausjärjestelmät, suunnittelujärjestelmät, elinkaarenhallintajärjestelmät, mallinnus, simulointi ja virtuaa-

Kuva 39. FIMA:n tutkimuksen painopisteet kuvastavat hyvin työkonemaatautia sisällöllistä maimaamaa.



litekniikat tulevat yhä keskeisimmiksi myös koneissa ja koneryhmissä.

Suomalaiset työkonemaatautia ovat alansa globaaleja toimijoita, joilla on yleensä – ainakin Suomen mittakaavassa laajat alihankintaverkostot, mikä on tarjonnut ja tarjoaa pk-yrityksille liiketoimintamahdollisuuksia.

4.6 Robottiautomaatio

Euroopan valmistavassa teollisuudessa teollisuusrobotit ovat avainasemassa. Ilman robotiikkaa tehokas ja korkeatasoinen toiminta ei olisi mahdollista korkean työvoimakustannusten Euroopassa. Robotiikan kehitys ja uusien antureiden robotiikka-integraatio mahdollistaa entistä laajempaa robotiikan hyödyntämisen. Tulevaisuudessa robotiikkaa voidaan hyödyntää jopa pienten sarjojen joustavassa tuotannossa, jossa nopeat ja tarkat robotit adaptoituvat joustavasti eri tuotteiden

valmistukseen sekä tuotannon vaihtuviin tilanteisiin.

Roboteista on myös suurta hyötyä osaajapulasta kärsivillä aloilla. Esimerkiksi McKinseyn tutkimus ennustaa, että Saksassa on kuuden miljoonan osaa- van työntekijän vaje vuoteen 2020 mennessä. Toinen esimerkki on Yhdysvalloista, missä American Welding Societyn mukaan tulee vuonna 2010 olemaan 210 000 hitsaajan vaje. Tutkimukset painottavat myös kiireellistä tarvetta parantaa tuottavuutta.

Euroopan komission rahoittamassa CARE-projektissa (Coordinated Action for Robotics in Europe) laadittiin strategisen tutkimuksen agenda robotiikalle (SRA). Agendassa on lueteltu todennäköisiä ja mahdollisia tulevaisuuden tuotteita robotisoivien eri avainalueille. Lista tuotevisioista on syntynyt eri avainalueiden osakaiden toimesta, ja lista on vahvistettu laajojen keskusteluiden ja analyysien

avulla. Esimerkiksi tulevaisuuden teollisuusrobotit -visioissa on kuvattu viisi skenaariota:

- Robottiassistentti monipuolisena apuna työpisteellä
- Robotti käsityön avustajana
- Robotti ihmisten vahvistuksena
- Useamman robotin yhteistyö
- Hyper-modulaariset työsovellukset.

Pidemmän aikavälin visio on muotoiltu vastaamaan teollisuusrobotien kehitystä ja käyttöä tulevaisuuden valmistusskenaarioissa:

- Täysin symbioottiseen valmistusjärjestelmään agentiksi integroitu robottiassistentti avustaa työntekijää manuaalisessa työpisteessä
- Hyperjoustavat tuotantojärjestelmät
- Ihminen–Robotti-yhteistyö
- Yhteistyössä toimivat robotit
- Erittäin tarkat robotit
- Robottiautomaation liike-toimintamallit.

Kun puhutaan nykyisistä robottivalmistajista ja järjestelmäintegraattoreista, robotit kasvattavat markkinoitaan tulevina vuosina, koska tuotanto riippuu edelleen tuottavuuden kasvusta. Uusiin tuotteiden, ratkaisujen sekä palveluiden luominen myös muilla kuin autoteollisuuden aloilla on välttämätöntä robottivalmistajille ja järjestelmäintegraattoreille. Näin voidaan murtaa mahdollisesti vaaralliset riippuvuudet, jotka ovat syntyneet, kun sovelluksia on räätälöity pääasiassa vain yhden teollisuusalan tarpeisiin. Teknologinen kehitys voi avata merkittäviä etuja ja mahdollisuuksia sekä robottivalmistajille sekä järjestelmäintegraattoreille:

- Tuottavuuden lisääminen työvoimavaltaisilla aloilla skaalautuvan

robotiikan avulla ja tarjoamalla näin kilpailukykyisiä ratkaisuja uusiin valmistusparadigmoihin, tuotteisiin sekä innovatiivisiin liiketoimintamalleihin.

- Joustavan pienimuotoisen valmistuksen nousu erityisesti ottamalla käyttöön uusia avustavia robotteja.
- Uudet spesifit robottituotteet, erityisesti yhteistyökykyisiä robotteja sovelluksiin, jotka voivat olla nykyisten robottivalmistajien tuotevalikoimien ulkopuolella. Tällaiset uudet teknologiat voivat tarjota aihioita innovatiivisille spin-off-yrityksille.
- Elinkaarilähestymistapa robottijärjestelmien suunnitteluun, toteuttamiseen ja operointiin tarjoaa mahdollisuuksia uusille palveluille ja liiketoimintoihin kasvavilla markkinoilla.

Lisätietoa aiheesta löytyy Internetistä seuraavien organisaatioiden sivuilta: EUROP – European Robotics Technology Platform (<http://www.robotics-platform.eu>) ja EURON – European Robotics Network, (<http://www.euron.org/>).

4.7 Automaation turvallisuus

Automaation turvallisuuteen, sen eri muodoissaan, on alettu kiinnittää huomiota entistä enemmän. Automaation turvallisuus on erittäin tärkeä kriteeri kriittisissä kohteissa, mm. ydinvoimala-automaatiossa. Toisessa ääripäässä on nk. tavallinen käyttöautomaatio, jolla sinänsä on vaativammat laatuvaatimukset kuin esimerkiksi toimistorajustelmissa. Näiden välissä on suuri harmaa alue, jossa on äärimmäistä luotettavuutta välttämättömät vaatimukset, mut-

ta turvallisuuteen tulee silti kiinnittää käyttöautomaatiota tarkempaa huomiota. Kansallinen ja kansainvälinen lainsäädäntö tyypillisesti määrää, missä laajuudessa automaation turvallisuuteen tulee kiinnittää huomiota. Yhä enemmän, myös imago-, toimittajavastuu- ym. arkisemmat näkökohdat ajavat samaan suuntaan.

Teollisuusautomaation integroiminen tietojärjestelmien hierarkiassa ylöspäin ja edullisen ”joka paikan” ITC-tekniikan käyttöönotto aiheuttavat uudenlaisen turvallisuusongelman, kun on varauduttava ulkopuolelta tuleviin tietoturvariskeihin. Automaation turvallisuus koetaan nykyään pikemmin liiketoiminnan välttämättömyytenä kuin lisäarvona. Mikäli turvallisuuteen ei ole panostettu, niin potentiaalisten asiakkaiden määrä tulee laskemaan merkittävästi.

Turvallisuustekniikka automaatioissa on sinänsä oma ammattitaitonsa, jota koulutetaan varsin vähän. Oleellista on myös kohdealueen riittävä tuntemus, sisältäen lainsäädännön, standardoinnin, viranomaismääräysten ja -käytäntöjen sekä ns. best practices -ratkaisujen tuntemuksen. Turvallisuusautomaation toteuttaminen on hyvin kohdespesifistä johtuen esim. automaatiolla hallittavan kohteen dynamiikasta. Ratkaisuja joudutaankin usein soveltamaan kohteeseensa, mikä aiheuttaa kustannuspaineita. Aihe on varsin haastava, ja hyvistä ammattilaisista on puutetta, minkä muutamien pk-yrityksetkin ovat huomanneet. Toisaalta, lainsäädännön ja käytännön vaatimusten laajentuessa yhä useampi pk-yritys yhä useammin törmää turvallisuusnäkökohtiin toiminnassaan, eli turvallisuusnäkökohtien tuntemisesta on tulossa pätevyyssehto.

Puhuttaessa automaation turvallisuudesta, on syytä määritellä minkä tyyppisen sovelluskohteen automaatiosta on kysymys, koska automaation tehtävät ja rooli eroavat toisistaan, kun kyseessä on esimerkiksi prosessin digitaalisen säätöjärjestelmän tai miehittämättömän työkoneen ohjaus.

Ohjelmoitavan automaatiojärjestelmän toiminnot voidaan jakaa käyttöautomaatioon ja turvallisuuteen liittyvään automaatioon. Käyttöautomaatio koostuu normaaleista säädöistä ja ohjauksista ja se voi aiheuttaa häiriöitä ohjattavaan prosessiin tai laitokseen. Käyttöautomaatiolle ei aseteta turvallisuuden eheysvaatimuksia. Turvallisuuteen liittyvän automaation tehtävänä on estää järjestelmän joutuminen vaaralliseen tilaan ja suojata ihmisiä, omaisuutta ja ympäristöä. Se koostuu tyypillisesti lukituksista, joilla voidaan estää vaaratilanteiden synty sekä suojauksista, joiden avulla laitos tai prosessi saatetaan vaaratilanteesta turvalliseen tilaan tai ylläpidetään turvallista tilaa. Turvallisuuteen liittyvään automaatioon kohdistuu turvallisuuden eheysvaatimuksia.

Turvallisuuden eheys (safety integrity) tarkoittaa todennäköisyyttä sille, että turvallisuuteen liittyvä järjestelmä (TLJ) hoitaa vaadittavat turvatoiminnot tyydyttävästi määritetyissä olosuhteissa tiettyä ajanjaksona. Turvallisuuden eheyttä mitataan neljällä turvallisuuden eheyden tasolla (TET), joista TET 1 on alin ja TET 4 on ylin. Turvallisuuden eheyden taso voidaan määritellä sekä laitteistolle että ohjelmistolle. Turvallisuuden eheyden tasoista saa lisätietoja mm. IEC:n standardista 61508. Useimmat turvaratkaisut ovat syntyneet erilaisten velvoittavien ohjeiden ja määräysten perusteella. Turvallisuustietoisuuden kasvun myötä nämä vaati-

mukset lainsäädäntöön ovat kasvamassa. Oikean turvallisuuden eheyden tason määrittäminen on haastava tehtävä, koska siinä pitää arvioida potentiaaliset riskit ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle, sekä huomioida taloudelliset näkökohdat. Vaarallisen tai ”liian turvallisen” järjestelmän tai laitoksen rakentaminen ei ole kustannustehokasta.

Koneautomaatiossa vastuu turvallisuudesta on siirtynyt enenevässä määrin ihmiseltä automaatiolle. Ihmisen tekemiä työvaiheita on siirretty automaation tehtäväksi ja lisäksi monissa manuaalisissakin toiminnoissa on puolautomaattisia vaiheita, joita käyttäjä ei välttämättä edes huomaa. Työkoneisiin liittyvässä automaatioasteessa on muutamissa järjestelmissä päästy miehittämättömiin ratkaisuihin (esim. Roclan vihivaunut, Sandvikin Automine-konsepti ja Kalmarin automaattiset satamaluokit). Niissä turvallisuushaasteet on ratkaistu rajoittamalla ihmisten pääsy automaattisesti kulkevan koneen lähelle tai hitaammissa sovelluksissa käyttämällä laserskannereita estämään törmäyksiä. Monissa muissakin kohteissa tavoitteena on ollut automaattisesti kulkeva miehittämätön kone, mutta riittämätön turvallisuus on rajoittanut sovellusten käyttöönottoa.

Tehdasautomaatiossa on kohteita, joissa ihmisen pitää päästä lähelle vaarojakin sisältävää tuotantoa esim. päättöksen tekoa tai laadun valvontaa varten. Esim. robottijärjestelmiin on osittain jo tullut ja on tulossa järjestelmiä, joilla voidaan taata ihmisen turvallinen työskentely koneen lähellä. Tämän on mahdollistanut mm. uudet anturit, kamerajärjestelmät, monipuolisesti ohjelmoitavat optiset turvalaitteet sekä kehittyneet turvaohjaimet. Eräissä uusimmissa robottien turvaohjaimissa on

tarkka ja nopea voiman hallinta, joka estää haitallisen suuren voiman kohdistumisen ihmiseen. Voiman hallinta turvallisuustoimenpiteenä toimii pienissä kohtalaisen hitaissa roboteissa. Robotin ohjausjärjestelmään integroitujen turvaohjaimien tuomia mahdollisuuksia ovat mm: nopea vaste (viesti suoraan toimilaitteelle ilman toisen logiikan aiheuttamaa viivettä), työkalun suunnan ja aseman valvonta, itsediagnostiikka, jarrujen testaus ja virtuaaliset aidat. Nämä uudet ominaisuudet tuovat osaltaan uusia mahdollisuuksia kehittää ihmisen ja robotin yhteistyötä. (Malm et al. 2008)

Digitaaliset ohjelmoitavat logiikat ovat olennainen osa nykyaikaisia automaatiojärjestelmiä. Myös koneautomaation turvallisuuteen liittyvissä ohjausjärjestelmissä ohjelmoitavat rakenteet ovat yleistyneet. Digitaalitekniikka mahdollistaa monimutkaisten toimintojen suunnittelun, jolloin suunnitelmien kattava verifiointi on haastava tehtävä. Yksinkertaiseltakin näyttävä järjestelmä voi toimia tietyissä kulmatapauksissa virheellisesti ja manuaalisin tarkastuksin virheitä voi olla hankala löytää. Mallintarkastus on formaali menetelmä, jolla voidaan tutkia, toteuttaako järjestelmästä tehty malli sille asetetut vaatimukset (Clarke et al. 1999), (Valkonen et al. 2008-1). Mallintarkastuksessa tutkittavasta järjestelmästä (esim. logiikkapiiri) tehdään tilakonemalli ja tarkastettavat ehdot ilmaistaan temporaalilogiikan lausekkeina. Algoritmikehitys ja kehittyvät mallien modularisointimenetelmät mahdollistavat yhä monimutkaisempien järjestelmien mallintarkastuksen. Viime vuosina mallintarkastusta on alettu enenevässä määrin hyödyntämään myös turvallisuuskriittisen automaation verifoinnissa, mistä

on saatu hyviä kokemuksia myös laajamittaisempaa mallintarkastustoimintaa silmällä pitäen (Björkman et al. 2009), (Valkonen et al. 2008-2).

Tehdasautomaatiossa ja työkohteissa käytetään turvallisuuteen liittyviä hajautettuja ohjausjärjestelmiä, jotka mahdollistavat yksinkertaisemman ja usein edullisemman kaapeloinnin ja tarkemman itsediagnostiikan kuin keskitetty järjestelmä. Huonona puolena on häiriöherkkyys. Häiriöt ja viat väylissä johtavat turvatoiminnan toteuttamiseen. Turvallisuuteen liittyviä signaaleja välitetään monissa koneissa myös langattomasti. Langattomissa järjestelmissä häiriöt ovat todennäköisempiä kuin

langallisissa järjestelmissä, mutta langattomiksi sovelluksiksi on pyritty valitsemaan kohteita, joissa lyhyet katkokset eivät heikennä turvallisuutta tai häiritse olennaisesti toimintaa.

Kappaletavaratuotannon automaatiossa on nähty monenlaisia turvallisuuteen liittyviä trendejä. Joissain järjestelmissä turvallisuutta ja automaatiota on integroitu yhteen, jotta saataisiin tuotantovälineisiin liittyviä kustannussäästöjä. Joissain tapauksissa taas turvallisuus ja käyttöautomaatio on pyritty pitämään erillään. Erillään pitäminen on ollut hyvä ratkaisu järjestelmissä, joita muutetaan usein, sillä silloin turva-järjestelmään ei välttämättä tarvitse

puuttua ja välttyään laajoilta validointi- eli kelpuutustoimenpiteiltä. Ihmisen ja automaattisen koneen erillään pitäminen merkitys korostuu tuotannon nopeutuessa ja pyrittäessä häiriöttömään tuotantoon; ihminen aiheuttaa helposti häiriöitä. Toinen trendi on ollut laajan tuotantojärjestelmän jakaminen erillisiin pysäytysalueisiin. Tämä mahdollistaa järjestelmän osan pysäyttämisen ilman, että siitä olisi merkittävää haittaa kokonaistuotannolle. Tämä periaate ei kuitenkaan toimi hyvin kohteissa, joissa materiaalivirrat ovat niin suuria, ettei materiaalia pystytä varastoimaan tai hoitamaan ilman puuttuvaa järjestelmän osaa.

Automaatioon liittyvät palvelut

Automaatio näkyy palveluliiketoiminnassa sekä palveluiden automaatiossa (ks. luku 4.3) että automaatiopalveluissa, joista kumpikin on nopeasti kasvava ala. Palveluiden automaatiossa on kyse palveluprosessin tehostamisesta ja parantamisesta automaation avulla. Tähän kategoriaan kuuluvat mm. hoitobotit, vanhusten ruoka-automaatit, automaattinen raportointi, useat toimitoautomaation sovellukset ja laboratorioautomaatio.

5.1 Automaatiopalveluiden markkinat kasvavat

Automaatioalalla painopiste on siirtymässä laitteiden valmistuksesta ja myynnistä palveluiden kehittämiseen ja myyntiin. Samalla toiminta segmentoituu ja erikoistuu - loppuasiakkaat keskittyvät ydinliiketoimintaansa ja ulkoistavat toimintojaan, mutta sama ilmiö on nähtävissä myös palveluntarjoajilla. Palvelu verkottuu siten, että se koostuu useiden osapuolien tarjonnasta - verkostossa on laitetoimittajia, ohjelmointipalveluita, asennuspalveluita, kapeiden erikoisalojen asiantuntijojia, jotka kaikki tarjoavat pienen palasen kokonaiskonseptista.

Tästä seuraa, että palveluprojektin hallinta muuttuu yhä haastavammaksi ja että se osapuoli, joka ottaa veto vastuun projektista, joutuu uudenaisten haasteiden eteen. Mistä löydetään

luotettavat ja osaavat alihankkijat? Miten hallitaan muutoksia pitkässä, laitteista ja palveluista koostuvassa toimitusketjussa, jossa on useita eri yrityksiä? Miten sovitetaan eri työkaluja, työtapoja ja kulttuureita yhteen - erityisesti kansainvälisissä verkostoissa? Miten yrityksen liiketoimintasuunnitelmaa on muutettava, jotta kyetään toimimaan osana palveluverkostoa?

Toisaalta verkottunut toiminta avaa uusia mahdollisuuksia ja hyötyjä liiketoiminnan kannalta. Tarvittavat resurssit voidaan suunnitella ja hankkia projektikohtaisesti, kukin toimija voi keskittyä ydinosaamiseensa, ja voidaan osallistua suurempiin kokonaisuuksiin, joihin pienellä yrityksellä ei yksin olisi mahdollisuuksia.

Automaatiopalveluiden osalta tämä kehitys on jo pitkälle edennyt, ja tulevaisuus näyttää valoisalta. Vuoden 2009 toukokuussa julkaistiin kaksi kansainvälistä raporttia automaatiopalveluiden nykytilasta ja tulevaisuudesta: "Frost & Sullivan: EMEA Automation and Control Solution Services Market, May 2009" ja "ARC Advisory Group: Supplier Provided Automation Services Worldwide – Five-year Market Analysis and Technology Forecast through 2013, May 2009"

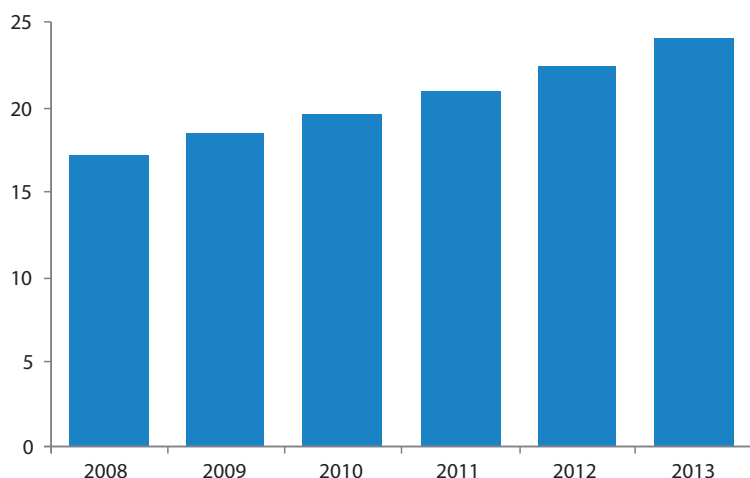
Kumpikin raporteista ennustaa menestyksestä tulevaisuutta automaatiopalveluille. ARC:n raportin mukaan alihankintana ostettavien auto-

maatiopalvelujen liikevaihto tulee maailmanlaajuisesti kasvamaan n. 7 % vuodessa aikavälillä 2008–2013 (Kuva 40). Frost & Sullivanin raportti taas ennustaa EMEA-alueelle (Eurooppa, Lähi-Itä, Afrikka) n. 9,6 % vuosittaista kasvua aikavälillä 2008–2015 (Kuva 41) 4,4 miljardista dollarista 8,4 miljardiin dollariin. Lähi-Idässä kasvu on kaikkein nopeinta ja Euroopassa hitainta.

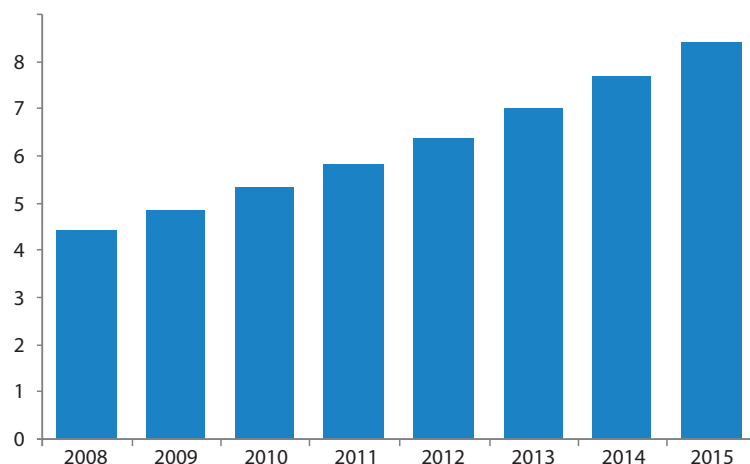
Automaatiopalveluiden markkinoiden oletetaan kasvavan selvästi nopeammin kuin perinteisten ratkaisujen, kuten säätöjärjestelmien, joiden markkinoiden Frost & Sullivan ennustaa kasvavan maailmanlaajuisesti n. 1,5 % vuodessa aikavälillä 2008–2011 (Frost & Sullivan, Feb 2009) ja Datamonitor n. 3,5 % vuodessa aikavälillä 2008–2013 (Datamonitor, July 2009).

Suurimman osan automaatiopalveluiden liikevaihdosta tuovat hajautettu automaatio (DCS, distributed control systems), ja tämän tilanteen oletetaan jatkuvan lähivuosina. Automaatiouudistusten ja päivitysten sekä uusien käyttöönottojen ja asennusten palveluliiketoiminta heikkenee jonkin verran talouden taantumana vuoksi, mutta lykätessään uusia hankintoja ja päivityksiä loppuasiakkaat joutuvat vastaavasti panostamaan kunnossapitoon ja muihin tukipalveluihin, joten automaatiopalveluiden kokonaiskysyntä ei tule kärsimään lamasta maailmanlaajuisesti.

**Kuva 40. Maailman automaatiopalvelut, liikevaihto (miljardia dollaria)
7 % vuosittaisella kasvulla.**



**Kuva 41. EMEA-alueen automaatiopalvelut, liikevaihto (miljardia dollaria)
9,6 % vuosittaisella kasvulla.**



Kalliimman työvoiman maista kuten Suomesta tuotantoa on jo siirretty halvemman työvoiman maihin, joten taantumien jälkeen tuotannon automaatiopalveluiden markkinat eivät palaudu samalle tasolle kuin ennen taantumaa. Riippuen loppuasiakkaan toimialasta markkinoiden on arvioitu ale-

nevan 5–40 %. Markkinat tulevat säilymään ja jopa kasvamaan lokaalin infrastruktuurin aloilla (vesihuolto, sähkö, energia, rakennukset ja kiinteistöt sekä elintarviketeollisuus), jotka pysyvät Suomessa ja joihin talouden taantuma ei merkittävästi vaikuta.

Automaatiopalveluiden tarjonta

Automaatiopalveluita on yhtä vaikea rajata kuin on määritellä, mitä automaatio on. Automaation, sähköön, ohjelmistojen, informaatiojärjestelmien ja laskennallisten tekniikkojen välinen raja on veteen piirretty viiva. Karkeasti ottaen automaatiopalvelut voidaan jakaa viiteen ryhmään:

- Konsultointi
- Projektinhallinta ja asennuspalvelut
- Kunnossa- ja ylläpitopalvelut
- Operationaaliset palvelut (osa operatiivisesta toiminnasta ulkoistettu palveluntarjoajalle)
- Muut palvelut (esim. optimointi, logistiikka, viritys).

Eri toimialueilla tarvitaan erilaisia palveluita. Esimerkiksi vesihuollossa ja jäteveden käsittelyssä, elintarviketeollisuudessa sekä voimalaitoksissa on eniten tarvetta projektinhallinta- ja asennuspalveluille, kun taas paperi- ja selluteollisuudessa sekä kemianteollisuudessa kysytään eniten kunnossapito- ja ylläpitopalveluita.

Miksi automaatiopalveluita ostetaan?

Talouden taantuma on ollut yksi merkittävä syy automaatiopalveluiden kysynnän kasvuun. Loppukäyttäjäyritykset ovat talouden taantumassa ulkoistaneet toimintoja keskittyessään ydinliiketoimintaansa. Niillä ei välttämättä ole enää osaamista oman yrityksen sisällä, eivätkä tarpeet ole vähentyneet. Useissa yrityksissä on säästetty palkkakustannuksissa ulkoistamalla, irtisanomisilla ja jättämällä avoimet työpaikat täyttämättä. Samaan aikaan on tingitty järjestelmien ja laitteiden päivityksistä ja suunniteltuja parannustoimia on siirretty myöhäisempään ajankohtaan.

Tämä on ongelmien siirtämistä tulevaisuuteen, jolloin ne palaavat alkuperäistä pahempina. Tarve päivityksiin on entistä akuutimpi ja omat resurssit sekä osaaminen talon sisällä ovat vähentyneet. Tässä tilanteessa yritykset lähtevät ostamaan automaatiopalveluita.

Yleisesti ottaen tuotannon tehostaminen, laitteiden ja tuotantolaitoksen eliniän pidentäminen, kustannusten säästäminen, energian säästö, seisokien ja vikatilanteiden vähentäminen, turvallisuuden parantaminen, tuotannon joustavuuden lisääminen ja yleinen monimutkaisuuden lisääntyminen kaikki kasvattavat automaatiopalvelujen kysyntää.

Loppuasiakas tahtoo usein myös integroida koko tuotantolaitoksen eri tason järjestelmät yhteen alemmalla operatiiviselta tasolta ylimmälle liiketoimintatasolle asti. Tässä on suuri potentiaali automaatiopalvelujen tarjoajille.

Automaatiopalveluliiketoiminnan haasteet

Automaatiopalvelujen kysyntää hillitsevät mm. palveluiden korkeat hinnat, se ettei palveluntarjoaja ymmärrä loppuasiakkaan prosesseja ja liiketoimintaa, asiakkaiden konservatiiviset asenteet sekä erittäin räätälöityjen palveluiden tarve.

Automaatiopalveluiden tarjoaja joutuu tasapainottelemaan räätälöityjen palveluiden ja korkean hinnan välillä. Loppuasiakas yrittää luonnollisesti saada itselleen parhaan ratkaisun eikä ole juurikaan kiinnostunut palveluntarjoajan liiketoiminnan kehittymisestä muussa mielessä kuin, että palveluntarjoaja on olemassa tulevaisuudessakin. Automaatiopalvelujen tarjoaja taas voi sortua tekemään huonon sopimuksen, erityisesti jos hän ei tunne loppuasiakkaan prosesseja ja liiketoimintaa ja/tai jos hän on

vasta siirtymässä perinteisen automaation alueelta palveluliiketoimintaan eikä tunne palveluprosesseja kovin hyvin.

Loppuasiakkaat tahtovat usein myös automaatiopalveluiden urakoitsijan (MAC - main automation contractor tai MIV - main instrumentation vendor), joka kykenee ottamaan vastuun suuremmista kokonaisuuksista ja joka kykenee tarjoamaan laitetoimittajista riippumattomia palveluita. Tyypillinen esimerkki ovat huolto- ja kunnossapitopalvelut. Automaatiopalveluiden urakointiin liittyy läheisesti myös strateginen kumppanuus eri toimijoiden kanssa. Useille urakoitsijoille toimijaverkoston muodostaminen ja hallinta on noussut yhä merkittävämmäksi haasteeksi liiketoiminnassa.

Miten valitaan kumppani, joka tuo parhaan lisäarvon loppuasiakkaalle. Eri tilanteissa ja tavoitteilla pitäisi muodostaa erilainen verkosto: ajallisesti kriittisille komponenteille ja palveluille olisi valittava toimittaja, jonka aikataulut pitävät, vähemmän kriittisissä pitäisi pyrkiä edullisuuteen ja laadun kannalta kriittisissä korkeaan laatuun. Ei enää riitä, että valittaisiin laatu-hinta-nopeus -kolmiosta se oikea toiminta-alue - nyt pitäisi yhden projektin sisällä valita eri toiminta-alue kullekin osatehtävälle ja komponentille ja hallita kausaalista prosessia, jolla nämä osa-alueet riippuvat toisistaan.

Haasteena on myös se, että palveluiden tuomat hyödyt eivät ole yhtä käsin kosketeltavia kuin fyysisessä laitteessa. Laitteen ostaessaan loppuasiakas tietää mitä saa, mutta palvelun ostaessaan hän voi saada vastineeksi pienemmän laatu vaihtelun tai alhaisemman riskin, jolloin hyödyn ymmärtäminen ja rahaksi muuttaminen edellyttää erilaista näkemystä. Samalla eri palveluntarjoajien tuotteita on vaikea ver-

tailla valintatilanteessa - valitako palvelu, joka pienentää riskiä vai palvelu, joka säästää kustannuksia. Tilanne on sama kuin kuluttajalla, joka vertailee eri puhelinmalleja ja operaattoripaketteja - puhelimia on helppo verrata teknisiltä ominaisuuksiltaan toisiinsa, mutta operaattorien paketeissa on vaikeampi arvottaa ilmaisia sunnuntaipäiviä ja multimedia viestien bittirajoituksia.

Miten menestyä automaatiopalveluiden toimittajana?

Kaikessa palveluliiketoiminnassa on ymmärrettävä palveluprosessin mekanismi koko verkoston kannalta – ei vain oman yrityksen kannalta. On ymmärrettävä asiakkaan ja alihankkijan tarpeet, prosessit ja liiketoiminta. On tuotettava asiakkaan edellyttämiä räätälöityjä palveluita, mutta liiketoiminnallisesti järkevältä pohjalta - esimerkiksi räätälöidään asiakkaalle palvelu hyödyntäen modulaarisia palveluaihoita.

Automaatiourakoitsijan on hankittava asiantuntemusta useilta eri laitevalmistajilta, kun taas laitevalmistajien ja maahantuojaan kannattaa toimia strategisissa kumppanuuksissa urakoitsijoiden kanssa. Kummallakin puolella on verkotuttava ja käytettävä verkostoa liiketoiminnan edistämiseen. Palveluverkostot tulevat olemaan tulevaisuuden tapa toimia, ja niissä nopeus ja ketteryys ovat onnistumisen tekijöitä.

Laitetoimittajien ja maahantuojaan on tarjottava tuotteiden ohella edes joitain tukipalveluita, koska kaikki muutkin tekevät niin. Palvelut tukevat laitemyyntiä, mutta vaikutussuunta toimii molempiin suuntiin. Jos tarjottavat palvelut on huonosti suunniteltu ja/tai toteutettu, ne voivat vahingoittaa tuotteen brändiä ja laitemyyntiä. Strategisesti on usein järkevämpää hoitaa pal-



velut kunnolla ja jopa siirtyä kokonaan laitetoimittajasta palveluntarjoajaksi tai jopa automaatiourakoitsijaksi.

Mikäli tuote on hyvä, on syytä kasvattaa toiminta-aluetta maantieteellisesti ja laajentaa markkina-aluettaan. Tämä pätee sekä fyysisiin laitteisiin että palvelukonsepteihin. Kansainvälistyminen on kasvun tie, mutta myös riskit ovat suuret. Riippuen yrityksen koosta voidaan kansainvälistyä verkoston mukana, esimerkiksi automaatiourakoitsijan tai loppuasiakkaan kanssa. Verkoston toimiessa on matalampi kynnys perustaa toimipiste tai hankkia edustaja, joka tuntee markkina-alueen.

5.2 Automaatiosuunnittelu

Automaatiosuunnitteluun kuuluu sovelusten määrittely ja yksityiskohtainen suunnittelu sekä järjestelmien testaus, käyttöönotto ja uudistusten osalta myös ylläpito. Kun loppukäyttäjäyritysten omat suunnitteluosastot ovat pienentyneet, automaatiosuunnittelu on paljolti suunnittelutoimistoilta ja järjestelmätoimittajilta ostettavaa palvelua. Myös kone- ja prosessitoimittajien puolella sähkö- ja automaatio-osastot ”palvelevat” varsinaista toimitusprojekteja. Automaatio ja tietotekniikka integroivat tehtaan eri osajärjestelmät ja saavat kokonaisuuden toimimaan. Suunnittelijoiden tehtäväkenttä onkin erittäin laaja ja monialainen. Yhteistyötä tehdään monien osapuolien ja teknikan alojen kanssa, tehtaan toimintaa on ymmärrettävä yksittäisistä suureista koko tuotannon tasolle, ja kaikilla näillä tasoilla on hallittava toteutustekniikka ja suunnittelun työkalut.

Teknologian ja liiketoiminnan muutokset asettavat suomalaisen insinöörityön suurien haasteiden eteen. Valtaosa

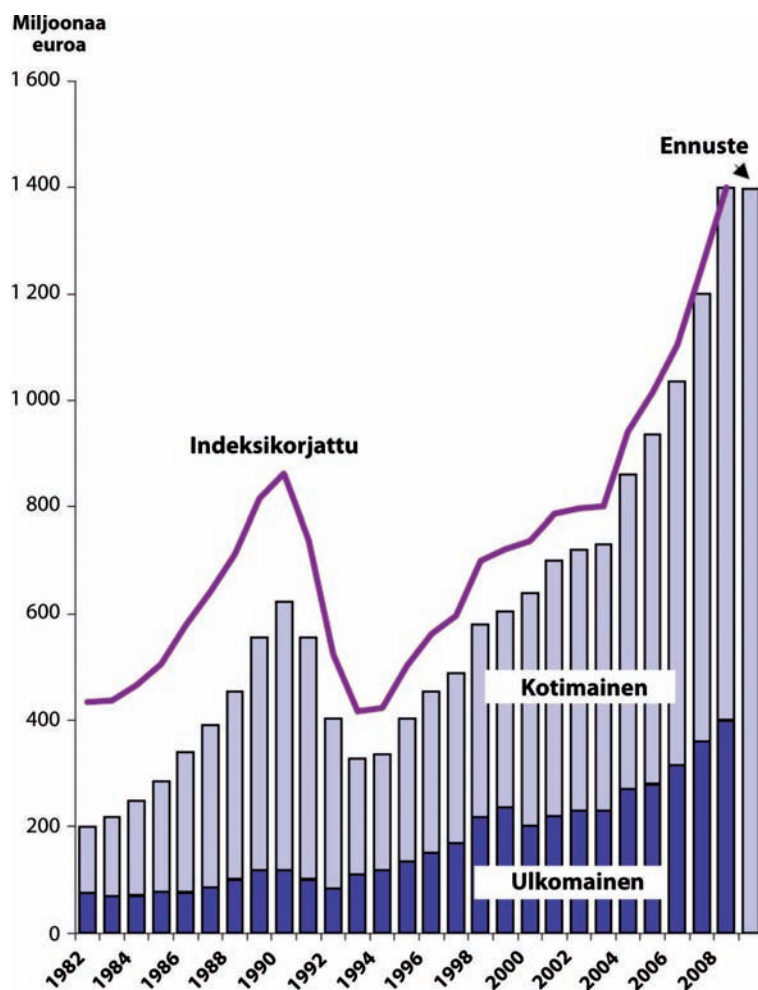
investoinneista tehdään kasvaville markkina-alueille. Tuotannon mukana siirtyä myös suunnittelua, tuotekehitystä ja tutkimusta. Toteutettavat sovellukset ovat entistä integroituneempia, ja perustuotannon ohella verkostojen ja palveluiden merkitys kasvaa.

5.2.1 Automaatiosuunnittelu Suomessa

Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry (<http://www.skolry.fi>) on in-

sinööri-, arkkitehti- ja suunnitteluyritysten yrittäjä- ja työnantajajärjestö. SKOLin jäsenyritykset edustavat laajasti teollisuuden, talonrakentamisen ja infrarakentamisen eri osa-alueiden suunnitteluosaamista ja -volyyymiä. Ala on kasvanut yhtäjaksoisesti jo 14 vuotta (Kuva 42). SKOLin jäsenyritysten kokonaislaskutus vuonna 2008 oli 1 400 miljoonaa € (1 200 M€ v. 2007). Kotimaisia töitä tehtiin miljardin euron arvosta, ja ulkomaista laskutusta oli 400

Kuva 42. SKOLin jäsenyritysten kokonaislaskutuksen kehitys. (SKOL ry)



miljoonaa euroa. Alan ulkomaisesta laskutuksesta kaksi kolmasosaa tuli teollisuussektorilta. SKOLin 233 jäsenyrityksen ja yritysryhmän kokonaishenkilömäärä oli vuoden 2009 alussa 14 500 (14 200) henkeä. Vain viisi yritysryhmää oli yli tuhannen hengen suuruusluokassa. Yli 10 M€ laskutukseen ylsi runsaat 20 yritystä, näistä suurimpina Pöyry, Neste Jacobs, Etteplan ja SWECO.

Yli puolet teollisuussektorin töistä perustuu vuosi- tai kumppanuussopimuksiin, muilla toimialoilla sopimuksia tehtiin vähemmän. Palkkiomuotoina kotimaassa käytetään eniten aikapalkkioita. Keskimääräinen veloitus oli noin 70 euroa tunti, mutta hinnat vaihtelevat suuresti eri tehtäväryhmissä.

Teollisuussuunnittelun kokonaislaskutus oli 629 M€, eli 45 % koko SKOLin jäsenyritysten laskutuksesta. Siitä 32 % oli prosessisuunnittelua ja 13 % tehdas- ja laitossuunnittelua. Kuten oheisesta taulukosta nähdään, automaation osuus on vain muutamia prosentteja (Taulukko 4). Teollisuussuunnittelun laajuudesta se on edustanut viime vuo-

sina 6–12 prosenttia, mikä vastaa yleistä käsitystä, että automaation osuus on luokkaa 10 % tyypillisestä prosessilaitosinvestoinnista.

5.2.2 Haasteita ja mahdollisuuksia

Teollisuuden järjestelmät monimutkaistuvat, ja samalla suunnittelun laatu- ja turvallisuusvaatimukset, aika- ja kansainvälinen kilpailu kiristyvät. Myös kehittyvä tekniikka aiheuttaa muutoksia suunnitteluprosessiin ja suunnittelijan työhön. Muutama vuosi sitten TKK, VTT ja TTY selvittivät, millaisina yritysten automaatioasiantuntijat näkevät liiketoiminnan ja tekniikan haasteet (Kuva 43). Liiketoimintatavoitteet, kuten kustannustehokkuus, laatu ja asiakastarpeet todettiin tärkeiksi. Merkittäviä kehityskohteita ovat myös poikkeustilanteiden hallinta sekä organisaation oppiminen ja osaamisen hallinta. Tietoturva oli hieman tärkeämpi kuin turvallisuuteen liittyvät järjestelmät (TLJ). TLJ-sovellusten kohdalla mielipiteet jakautuvat, joten joillekin yrityksille niiden rakentaminen alkaa ilmeisesti olla ru-

tiinia. Teollisuus näyttää olevan melko varovainen uusien tekniikoiden soveltamisessa. Teknisten kysymysten ohella kehitystä ohjaavat asiakkaiden vaatimukset. Ratkaisujen arviointi, koulutus ja käyttökokemusten kerääminen vaativat melkoisia työpanoksia, joten tutkimushankkeisiin osallistuminen on jatkossakin sopiva lähtökohta teknologian haltuunottoon.

Globalisaatio ja verkottuminen

Globalisaatio merkitsee, että entistä pienempi osa automaatioliiketoiminnasta kohdistuu kotimaahan. Useilla aloilla investoinnit ovat pitkäikäisiä ja kasvu hidasta ja joillakin aloilla uusinvestoinnit ovat Suomessa jopa loppuneet, joten olemassa olevien laitosten ylläpito ja modernisoinnit muodostavat suuren osan liiketoiminnasta. Maa-ilmalla kohdataan kilpailua, jonka valttina ovat edullisemmat kustannukset ja paikallisten olosuhteiden tuntemus.

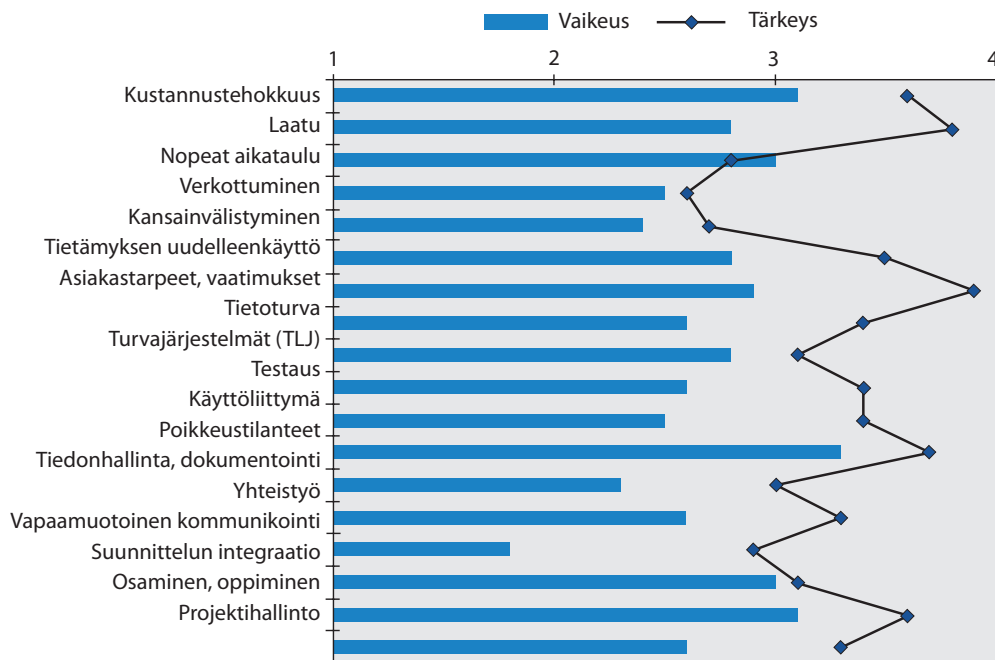
Asiakkaat vaativat entistä laajempia kokonaisuuksia. Tuotannollisten laitteiden sijasta ostetaan toimintoja, palveluita ja kapasiteettia. Integraatio ja kokonaisuuksien hallinta edellyttävät toimittajilta erikoisosaamista ja verkottumista. Tuotantolaitosten suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön osallistuu tulevaisuudessa entistä useampia toimijoita, jotka ovat maantieteellisesti hajallaan. Informaation hallinnan ja yhteistyön merkitys kasvaa, mutta onnistuu vain, jos toimintatavat ja välineet ovat yhteensopivia. Aikataulujen vuoksi suunnittelun on tapahduttava rinnakkain, joten suunnittelualojen ja organisaatioiden roolit, vastuut ja oikeudet on määriteltävä selkeästi. Yhteistyö edellyttää myös luottamusta sekä sopimusta periaatteista, joiden mukaan kustannukset, riskit ja hyödyt jaetaan.

Taulukko 4. Eri toimialojen osuus SKOLin kokonaislaskutuksesta (%).

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Prosessitekniikka	5	5	5	6	7	8	12	12
2	Rakennetekniikka	11	11	11	10	11	11	11	12
3	Sähkö- ja teletekniikka	10	10	10	10	10	10	9	8
4	Tehdas- ja laitossuunnittelu	9	9	8	13	12	9	6	6
5	LVI-tekniikka	6	7	7	6	6	6	6	6
6	Johdon konsultointi	3	5	5	6	4	5	5	5
7	Geotekniikka	5	4	5	4	4	4	5	4
8	Tia-, katu- ja aluetekniikka	4	4	4	4	4	4	4	4
9	Energiatekniikka	3	3	3	4	3	3	4	4
10	Laiva- ja meritekniikka	6	5	5	3	4	4	5	4
11	Ympäristösuunnittelu	4	4	4	4	4	5	3	4
12	Teollisuusautomaatio	5	6	6	5	6	6	4	3

Kuva 43. Asiantuntijoiden (23 vastaajaa) arvioita automaatiosuunnittelun menestystekijöiden merkityksestä.

(Strömman et al. 2007)



Informaatiovirtojen hallinta

Informaation hallinta on haaste monen osapuolen projektissa. Tieto on saatava nopeasti jaetuksi, ja eri osapuolien työ on voitava yhdistää. Toisaalta on voitava suojata mahdollisesti arvokasta tietoa (IPR). Seurauksena on tarve suunnittelujärjestelmien integroimiseen ja standardien kehittämiseen.

Automaatiota toimitetaan yleensä prosessilaitteistojen ja koneiden mukana, joten automaation tiedonhallintaa ei voida kehittää erillään muista suunnittelualoista. Dokumenttipohjaisesta suunnittelusta siirrytään kohti yhteistä, sähköisessä muodossa olevaa tehdasmallia. Tehdasmalli ja siihen sisältyvä automaatiojärjestelmän malli on suunnittelijan työn pääkohde, mutta merkittävä osa informaatiosta liittyy auto-

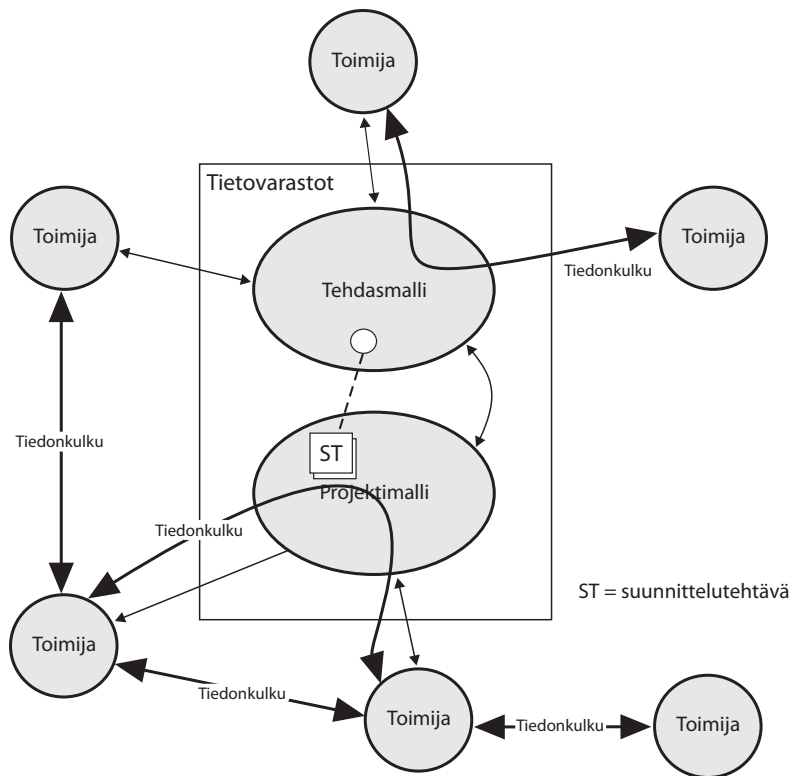
maatioprojektiin, ei itse järjestelmään. Tehdasmallin rinnalla voidaan siis nähdä projektimalli, jonka perustana on suunnittelutehtävien looginen kytketyminen toisiinsa (Kuva 44). Sen avulla voidaan tukea työprosessin hahmotamista ja auttaa suunnittelijaa näkemään oman työn merkityksen kokonaisuuden kannalta. Tietoteknisten ratkaisujen osalta tämä merkitsee esim. yhteisöllistä viestintää, työn etenemisen seuranta, projektivaiheiden havainnollistamista ja dokumenttien hallintaa.

Uudet tekniikat parantavat suunnittelun tehokkuutta ja laatua. Ennen pitkää niitä vaativat myös loppuasiakkaat. Suunnittelun on siis oltava valmis ottamaan tekniikat ja työkalut tarvittaessa käyttöön. Standardeja ja ohjelmistoja on kuitenkin useita, ja niiden

omaksuminen vie aikaa. Vain suuret toimijat voivat olla määrävässä asemassa. Muiden, esim. automaatiotoimittajan, on mukauduttava asiakkaan tai kokonaistoimittajan työkaluvalintoihin.

Itse standardien ja työkaluohjelmistojen kehitys tapahtuu pääosin muualla, joten Suomi lienee enimmäkseen soveltajan roolissa. Tämä ei kuitenkaan estä osallistumasta kansainväliseen toimintaan ja tuomasta markkinoille teknisiä ratkaisuja maamme kannalta tärkeillä ja vahvoilla osa-alueilla. Suunnittelun kohteiden ja suunnitteluprosessin täsmälliset mallit parantavat tiedonkulkua, osaamista, yhteistyökykyä ja sitä kautta suunnittelun tehokkuutta ja laatua. Jollakin aikajännteellä kehittyvät teknologiat, kuten semanttinen web, standardit ja avoimet

Kuva 44. Tehdasmalli ja projektimalli. (Strömman et al. 2007)



ohjelmistoalustat tarjoavat mahdollisuuden käsitellä tietoa koneellisesti. Tämä mahdollistaa rutiinien automatisoinnin, tiedon integroinnin sekä kehittyneemmän päättelyn, analyysin ja simuloinnin. Tehtaan ja projektin malleihin voidaan "ripustaa" monenlaisia tietoja ja ohjelmistotyökaluja, mikä tehostaa suunnittelua entisestään ja luo myös markkinoita uudentyyppisille ohjelmistotuotteille. Suomeen on perustettu THTH-yhdistys edistämään hajautetun tiedonhallinnan kehitystä (ks. kappale 7.2.1).

Hyvä tietokantamalli, jossa jokaisella tiedolla on oma paikkansa ja josta jokainen tieto löytyy aina tarvittaessa, on osa tietotulvaongelman ratkaisua. Tämä on itse asiassa keskeisin tehdasmalliprojektien, standardointihankkeiden, tietämyshallintaprojektien yms. johtoajatus. Tietomallinnus on kuitenkin hyvin luova prosessi, mistä vääjäämättä seuraa, että tietomalleista tulee hyvin erilaisia - jo nimikkeistä sopiminen voi olla ylivoimaista! Tämä erilaisuus syntyy luonnostaan, kun eri tahoilla tehdään (samastakin asiasta) tietomallinnusta. Monesti se on

tarkoituksellistakin, koska tietty yhteensopimattomuus nähdään oman tuotteen suojauskeinona ja siten kilpailuetuna. Toisaalta standardoinnilla voidaan malleista, rajapinnoista, tietoformaateista ym. sopia, mutta em. syistä standardeja on syntynyt erittäin paljon. Monen ohjelmistotalojen leipätyötä onkin ollut vuosikaudet erilaisten sovitinkomponenttien koodaaminen. Yhä enemmän huomiota saavat yhä monipuolisemmat tiedonhakuratkaisut, jolla helpotetaan kuluja tiedon tuottamisen ja tiedon tarvitsemisen välillä. Tietotekniikassa ollaan kulkemassa relaatiotietokannoista XML-tekniikoiden kautta semanttisiin esitystapoihin, mikä todennäköisesti aikanaan tuottaa käytännöllisempiä ratkaisuja. Tässä kehityksessä on äärimmäisen tärkeää pysyä mukana.

Osaamisen hallinta

Automaatiosuunnitteluliiketoiminnan tärkeimpiä lähtökohtia ovat ammattitaitoiset suunnittelijat. Tekniikan ohella tärkeitä suunnittelijan ominaisuuksia ovat mm. prosessituntemus, yhteistyökyky, kokonaisuuksien hallinta ja epävarmuuksien sietäminen. Projekteissa tarvitaan sekä kokonaisuuksia hallitsevia integraattoreita että eri alojen erikoisosaajia.

Koulutus tarjoaa perustan osaamiselle, mutta työssä oppimisella on yhä suurempi merkitys. Automaatio on kasvanut niin monipuoliseksi, ettei yhden tutkinnon puitteissa pystytä kouluttamaan koko kentän tuntevaa asiantuntijaa (Strömman et al. 2007). Tämä korostaa suunnitteluyrityksissä käytännön tietämyksen kokoamista ja siirtämistä kokeneilta suunnittelijoilta nuoremmille.

6

Tutkimuksen ja kehityksen toimintaympäristö

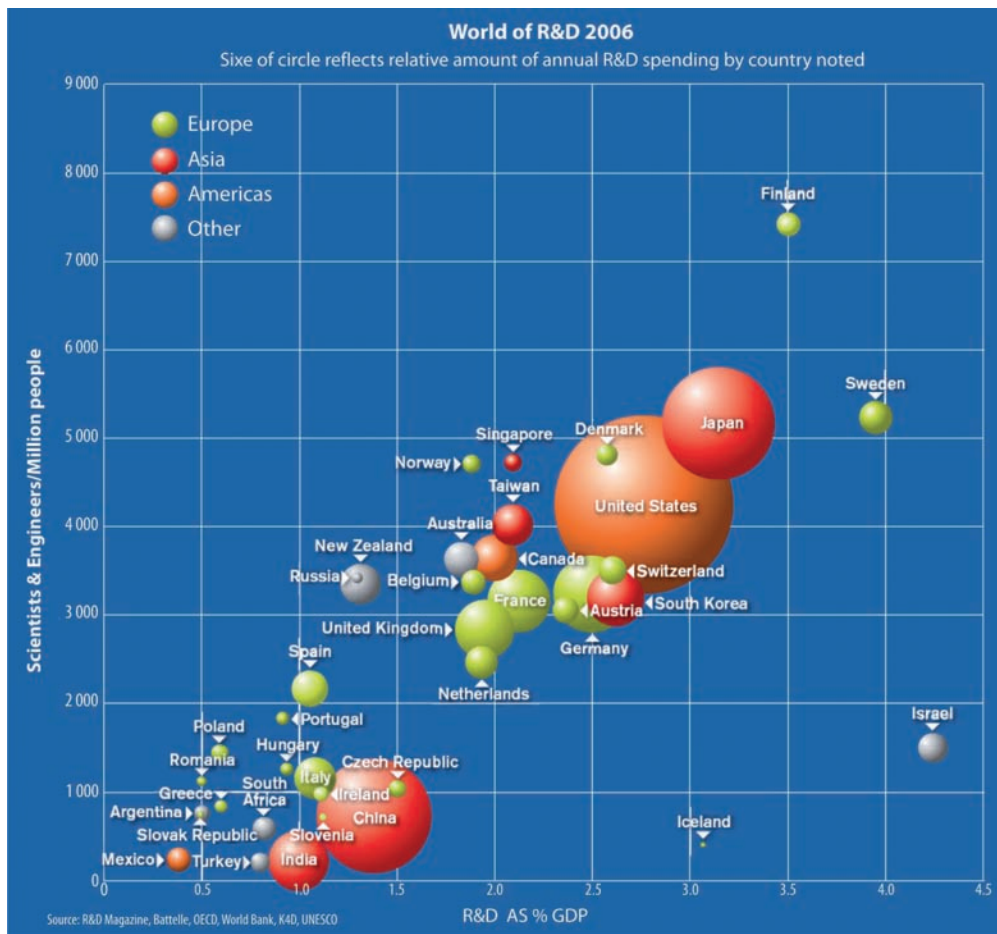
Uusien tuotteiden, palveluiden ja toimintatapojenkin kehittäminen vaatii nykyään suuria ponnistuksia, joihin monilla yrityksillä, varsinkin pienillä, ei ole yksinään mahdollisuuksia. Maamme in-

novaatioympäristö tarjoaa kuitenkin kehityshankkeille monenlaista tukea.

Markkinoilla kilpailukykyinen automaatio vaatii kilpailukykyistä osaamista laajalla alueella. Maan kokoon nähden

Suomi on insinööritieteissä vahva. Suomella oli vuonna 2006 kansantuotteen nähden OECD:n suurimmat t&k-menot ja suurin suhteellinen määrä insinöörejä ja tutkijoita (Kuva 45). Koska

Kuva 45. Tutkijoiden ja insinöörien määrät suhteutettuina kansantuotteen.



automaatiota ei kannata kehittää vain Suomen markkinoita varten, on syytä kiinnittää huomio nouseviin kasvualoihin. Niiden automaation ja palveluiden kehittäminen voi työllistää merkittävän joukon suomalaisia yrityksiä.

6.1 Automaatioalan keskeiset tiekartat

Tässä kappaleessa käydään pikaisesti läpi muutamia kansainvälisiä tiekarttoja (roadmap). Mukaan on poimittu jo-ko automaatioaiheita suoraan, tai – mikä on tyypillistä – muutama laaja tiekartta, joka sisältää myös huomattavan määrän automaatioteemoja. Useiden tiekarttojen dokumentaatiot ovat satojen sivujen dokumenttijärjelmät, eli on selvää, että tämä esitys edustaa tässä tilanteessa lähestulkoon vain viittauksia ko. sivustoihin.

Kaikki tiekartat korostavat tietotekniikan massiivista hyödyntämistä automaatio-suunnitteluun, projektihallintaan ym. Oikea tieto oikeaan aikaan oikeaan paikkaan oikealle käyttäjälle oikeassa muodossa on lähes kaikkien yhteinen missio. Kansainvälisten tai amerikkalaisten tiekartoissa näkyy selvästi myös se, että automaation sovellusaloina ovat kansainvälisesti suuret alat, tai ehkä voidaan myös sanoa, että ne on tehty kaikille sovellusaloille. Suomen teollisuuden profiili poikkeaa jonkin verran kansainvälisestä (esimerkiksi metsäteollisuuden huomattavan suuri osuus).

Tiekarttadokumenteissa on sekä upeita ratkaisukonsepteja, järkeviä jäsennyksiä jne., mutta vastapainona löytyy myös selvästi vähän mietittyjä tai huolimattomia mielipiteitä. Dokumenteissa näkyy myös tietty idealismi tai aatteellisuus, tai ne vain ovat monivuotisen työn vankeja eli tietyn suunnan

ottaneena ne noudattavat sitä kautta linjan, perustellusti tai ei. Tiekarttadokumenttien lukemista voi enimmäkseen suositella. Ne toimivat hyvinä opimateriaaleina viitoittamalla, missä teknologia menee tai mihin se on menossa. Toisinaan ne tosin lähinnä heijastelevat taustaorganisaatioidensa (asiakkaiden?!) ajatustapoja.

FIATECH-tiekartta

FIATECH (www.fiatech.org) on amerikkalainen konsortio, jonka jäsenet tulevat ns. pääomaintensiivisistä teollisuudesta: öljynjalostamot, voimalaitokset, rakennusteollisuus, valmistava teollisuus sekä vastaavia tutkimuslaitoksia (myös VTT). FIATECH edustaa koko arvoketjua suunnittelusta rakentamiseen ja laitojen yms. käyttöön, ja kattaa periaatteessa kaikki niihin kuluvat teknologiat – nanotekniikasta ylöspäin. FIATECH pyrkii sanojensa mukaan kaikin keinoin edistämään nk. kapaaliprojektiteollisuuden kyvykkyyttä. FIATECH:iin voi liittyä periaatteessa mikä tahansa, mutta aktiivinen osallistuminen edellyttää osallistujilta aika paljon kokemusta, näkemyksellisyyttä, kansainvälistä yhteistyökykyä ja aikaa. Suomesta FIATECH:iin on pidetty yhteyttä toisaalta rakennusteollisuudesta (VTT) että tehdasprojektiliiketoiminnasta (Pöyry, VTT). FIATECH:in kuulumisia yms. referoidaan melko säännöllisesti THTH ry:n kokouksissa ja seminaareissa.

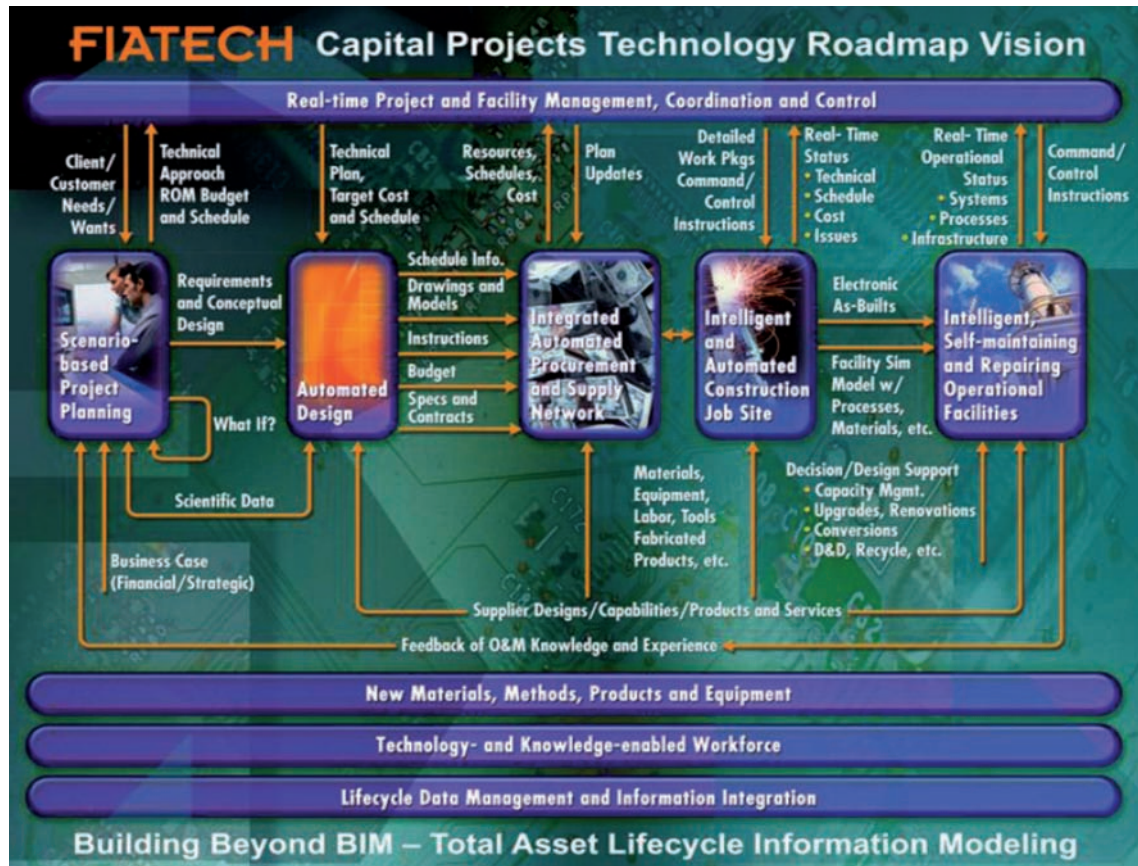
Kuten tämän kappaleen johdannossa mainittiin, niin FIATECH:in kuin muidenkaan vastaavien organisaatioiden toimintaa ja dokumentaatiota on mahdotonta referoida lyhyeen raporttiin. Sen verran todettakoon, että FIATECH:in visioimassa tulevaisuudessa (FIATECH 2010), ja osittain jo nyt,

niin suunnittelutoiminta, rakentamisen, käyttö kuin kunnossapitokin tulee olemaan tietojärjestelmien yms. avulla erittäin automatisoitua ja työkalujen, toimintatapojen, tiedostomaattien yms. suhteen saumattomasti integroitua koko laitoksen elinkaaren yli. Kulloinkin tarvittavan informaation tulee olla helposti saatavilla ja käytettävissä: missä tahansa, milloin tahansa, kenellä tahansa. Kaikkien projekti-osapuolten tulee kyetä reaaliaikaisesti ja turvallisesti kytkeytymään yhteen. Tällaisen infrastruktuurin avulla tullaan saavuttamaan dramaattisia kustannus-tehokkuus-laatu-parannuksia kaikissa insinööriä vaativissa vaiheissa. Työskentely on nk. skenaarioperustaista eli työkaluilla ym. hahmotellaan ja analysoidaan suunnitteluelinkaaris- ja seuraavia vaihtoehtoisia ratkaisuja. Tietomallien yms. käyttö on erittäin keskeistä.

FIATECH jakaantuu osa-alueisiin seuraavalla tavalla (mikä kuvastaa hyvin organisaation laajaa substanssientä):

- Scenario-based Project Planning (skenaarioperustainen projektitoiminta)
- Automated Design (suunnitteluautomaatio)
- Integrated, Automated Procurement and Supply Network (automatisoitu hankinta, alihankkijaverkostot)
- Intelligent & Automated Construction Job Site (älykäs ja automatisoitu rakennustyömaa)
- Intelligent Self-maintaining and Repairing Operational Facility (itse-toipuva yms. käyttö)
- Real-time Project and Facility Management, Coordination and Control (reaaliaikainen projektinhallinta)

Kuva 46. FIATECH:in aktiviteettimaisema elinkaarinäkökulmasta.



- New Materials, Methods, Products & Equipment (uudet materiaalit, tekniikat, tuotteet, laitteet)
- Technology- & Knowledge-enabled Workforce (osaava, kokenut työvoima)
- Lifecycle Data Management & Information Integration (elinkaaren-aikainen tiedonhallinta ja integrointi).

NGMTI-tiekartta

IMTI-organisaation (www.imti21.org) valmistelemien NGMTI-tiekarttadokumenttien (The Next-Generation Manufacturing Technologies Initiative)

kohteet ovat kahtaalla: amerikkalainen valmistava teollisuus yleensä sekä erityisesti puolustusvälineitä valmistava teollisuus (DoD on vahva sponsori). Jos FIATECH:in laajana fokuksena katsotaan olevan isot projektit ja sitten elinkaaret, niin NGMTI:n dokumentit viitoittavat kehitystä ehkä enempi järjestelmien suhteen (automaatio, kunnossapito jne.), tosin päällekkäisyydet ovat huomattavat. Englanninkielen sana manufacturing tarkoittaa sekä valmistavaa teollisuutta että prosessiteollisuutta, ja – suomalaisesta näkökulmasta – dokumentteja on NGMTI:ssä kumpaankin.

NGMTI jakautuu kuuteen pääalueeseen (Thrust Areas):

- Model-Based Enterprise (mallipohjainen yritys)
- Emerging Process Technologies (nousevat prosessitekniikat)
- Intelligent Systems (älykkäät järjestelmät)
- Enterprise Integration (yritysten verkottuminen)
- Knowledge Applications (tietämystekniikat)
- Safe, Secure, Reliable & Sustainable Manufacturing Operations (turvallisuus, tietoturva, luotettavuus, kestävä kehitys).

”Model-based manufacturing enterprise” on tärkeä konsepti. Sillä tarkoitetaan mallinnuksen ja simuloinnin hyödyntämistä tehtaan, tuotantolinjojen, laitteiden jne. toiminnoissa saumattomasti integroituen elinkaarin kaikissa vaiheissa. Mallinnuksella ja simuloinnilla eli erilaisilla prosessi- ja tuotemalleilla, virtuaaliprototypoinnilla jne. nähdään olevan ratkaisevan tärkeä merkitys kaikissa suunnittelu-, toteutus-, ja käyttötilanteiden päätöksenteoissa.

Oheisesta kuvasta ilmenee laajan aineiston jäsentely osa-alueisiin. Kuten tiekarttoissa aina, dokumenteissa esitellään 1) arviot teknologioiden nykytilasta, 2) visiot tulevaisuuden mahdollisuuksista ja kyvykkyyksistä, kun mallipohjaiset työtavat ja työkalut ovat valmiita, 3) konkreettisemmat tavoitteet, joiden tulee toteutua visioitujen hyötyjen saavuttamiseksi, 4) toimenpiteet ym. aikajanal-

le sijoitettuina visioihin/konkreettisiin tavoitteisiin pääsemiseksi.

NGMTI:n yleisenä visiona on, että integroitu, täysin digitaalinen järjestelmä tukee kaikkia yrityksen toimintoja; innovaatioprosessista lopputoimitukseen ja tuotetukeen, sisältäen runsaan joukon toisiinsa kytkettäviä ja reaaliaikaisesti kommunikoivia malleja, jotka tehostavat ihmisen luovuutta ja automatisoivat käyttöä. Mallit ovat niin tarkkoja, että niillä voidaan seurata, ohjata ja säätää prosessien etenemistä. Kaikkea liiketoiminnan ja teknisten prosessien toimintoja voidaan optimoida integroidulla mallinnuksella ja simuloinnilla.

ManuFuture Platform

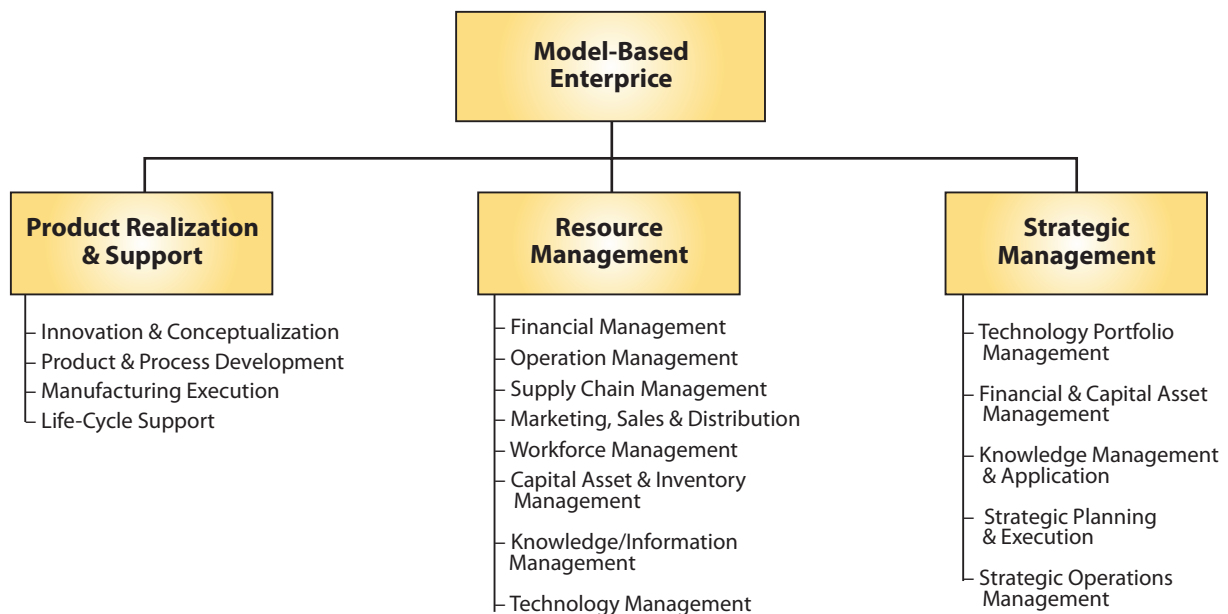
EU otti käyttöön noin vuonna 2002 ns. teknologiaplatformat, joiden tehtävänä oli suunnitella laajenevan Euroopan pitkän aikavälin teollisuuspolitiikkaa, jota toteutetaan esimerkiksi EU:n

tutkimusohjelmissa. Näitä teknologiaplatformeja on tällä hetkellä muutamia kymmeniä (ks. <http://cordis.europa.eu/technology-platforms/>), ne tuottavat strategiapapereita, teknologiatiekarttoja, näkemyspapereita, suosituksia EU:n päätöksenteolle, järjestävät työkokouksia, konferensseja jne. Teknologiaplatformit ovat periaatteessa avoimia kaikille.

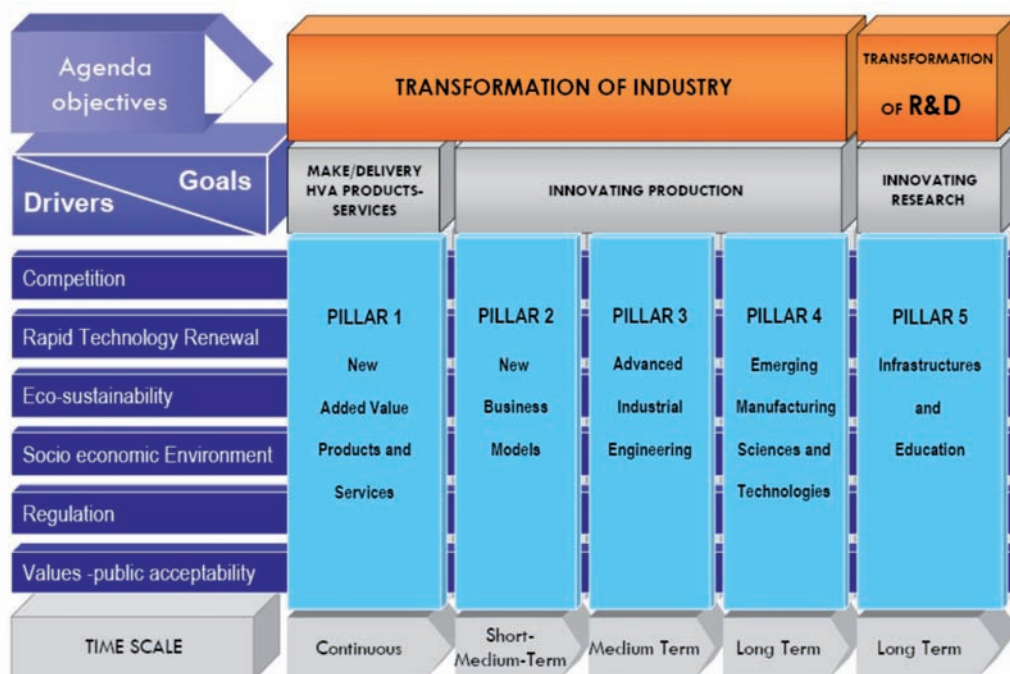
Yksi tällainen teknologiaplatforma on Manufuture. Manufuture’n tehtävänä on ehdottaa strategiaa, joka perustuu tutkimukseen ja innovointiin, ja millä voidaan nopeuttaa teollisuuden muutosta Euroopassa, varmistaa korkean lisäarvon työtä ja voittaa suuren osuuden maailman teollisuustuotannosta, joka perustuu osaamiseen, tietoon, taitoon ja kokemukseen.

Manufuturen (www.manufuture.org) keskeinen vuosittain päivittyvä dokumentti on SRA (Strategic Rese-

Kuva 47. NGMTI-tiekarttojen temaatminen jako osa-alueisiin.



Kuva 48. Manufuture–teknologiaplatformin tutkimusagenda (SRA) kiteytettynä globaaleihin muutosdrivereihin, mahdollistaviin teknologiapilareihin ja muutoksen aikajänteisiin.



arch Agenda). Kuten oheisessa kuvassa (Kuva 48) esitetään, alan keskeisiksi ajaviksi voimiksi todetaan: nousevilta talousalueilta kasvava kilpailu, teknologioiden lyhenevät elinjakso, ympäristö- ja kestävä kehityksen näkökohdat, sosio-ekonominen ympäristö, säädös-ympäristö sekä arvot ja kansalaisten hyväksyntä. Yleisiksi keinoiksi vastata näihin haasteisiin tai vaatimuksiin vastaavasti luetellaan viisi nk. mahdollistavaa pilaria: uudet ja suurta lisäarvoa tuottavat tuotteet ja palvelut, uudet liiketoimintamallit, uudet valmistavan teollisuuden tekniikat, vastaavat tieteen ja teknologioiden läpimurrot, koulutus ja infrastruktuurit. (Manufuture 2010)

Paitsi, että Manufuture–platfor-mi vaikuttaa EU:n NMP-ohjelman (nanosciences, nanotechnologies, materi-

als and new production technologies) projektihakujen profiloiteihin, sillä on ollut suuri merkitys nykyisen taantuman erityistoimenpiteisiin (European Economic Recovery Plan, Public-Private Partnerships (PPPs)), jossa valmistavan teollisuuden kilpailukyvyyn kehittämisellä on merkittävä osa (CORDIS 2010).

6.2 Automaatioalan aktiviteetit Tekesin ohjelmissa ja SHOK:eissa

Automaatiota ei alana enää esiinny Tekesin, VTT:n ym. ylimpien otsikoiden joukossa. Sen sijaan mm. teknillisten yliopistojen hierarkioissa on vielä nähtävissä automaatio- tai systeemitekniikka tiedekuntia yms. Konkreettisimmin kansallinen automaatiostrategia näkyy,

osittain implisiittisesti Tekesin teknologiaohjelmina ja SHOK-ohjelmina. Kansallinen automaatiostrategia on ns. hyvässä hoidossa silloin, kun menossa on suoraan automaatioaiheinen teknologiaohjelma, ja tällainen tilanne on ollut viimeksi 2000-luvun alussa (ÄLY-Älykkäät automaatiojärjestelmät). Tämä selvitys on nyt tähtäämässä aktivointi- tai miniohjelmaan 2010-luvulle. Kuten on monessa muussa yhteydessä todettu, automaatio on myös hyvin läpileikkaava tai enableiva luonteeltaan, eli automaatiota tarvitaan, usein hyvin ratkaisevalla tavalla laajenevilla sovellusalueilla, ts. monissa teknologiaohjelmissa silti on paljon automaatioaiheita jatkuvasti, eli kansallinen automaatiostrategia on toteutumassa koko ajan implisiittisesti.

Vaikka kaikkina aikoina niin Tekes kuin nyttemmin SHOKit ovat korostaneet pk-sektorin merkitystä, faktana pysyy, että suuret ohjelmat ovat valtaosin nk. suurten toimijoiden instrumentteja. Koska monille automaation sovellusalueille on parin viime vuoden aikana perustettu oma SHOK, Tekes on omis-
sa ohjelmissa siirtämässä painopistettä aikaisempaakin enemmän pk-sektoriin. Koska isot yritykset ovat niin tärkeitä pk-yritysten verkostoissa, mitä näissä nk. isoissa ohjelmissa tehdään, tarjoaa hyvän läpileikkauksen ja näköalan siihen, mistä pk-sektorin palveluista ja tar-

joamasta isot toimijat ovat kiinnostuneita. Ja edelleenkin pätee, että pk-yritykset ovat hyvin tervetulleita osallistumaan po. isoihin ohjelmiin, ja osallitumisehdot varmasti jatkossakin pysyvät yhtä pk-ystävällisinä.

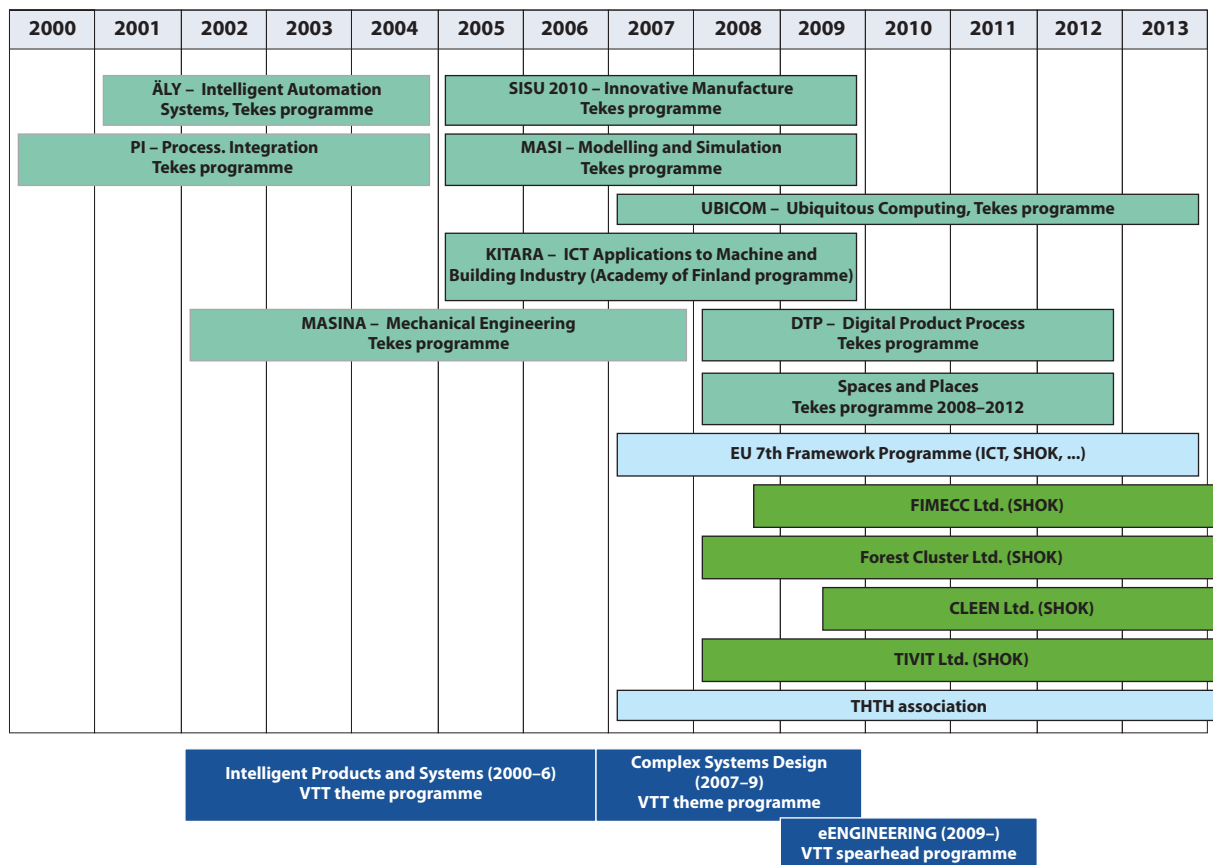
6.2.1 Tekes-ohjelmat

Tekes rahoittaa vuosittain noin 1500 yritysten t&k-projektia ja noin 600 tutkimuslaitosten, yliopistojen tai ammattikorkeakoulujen projektia. Merkittävä osa projekteista toteutetaan kansallisisa teknologiaohjelmissa. Ohjelmat ovat tyypillisesti 4–6 vuoden pituisia, ja sisäl-

löltään ne kohdistuvat kunkin ajan strategisesti tärkeimmille alueille.

Oheinen kuva (Kuva 49) esittää automaatioalan kannalta keskeisimmät ohjelmat viime aikoina. 2000-luvun alussa oli kolme tärkeää automaatiota sivuavaa ohjelmaa: *Älykkäät automaatiojärjestelmät* (ÄLY 2001–2004), *Proses-si-integraatio* (PI 2000–2004), ja *MASINA* (2002–2007). ÄLY- ja PI-ohjelmien jälkeen perustettiin THTH-yhdistys (*Teol-lisuuden hajautetun tiedonhallinnan yh-distys THTH ry*, <http://www.ththry.org/>). Yhdistyksen tavoitteena on tukea kehitystyötä kohti hajautettua tiedonhal-

Kuva 49. Automaation näkökulmasta katsottuna 2000-luvun oleellisten Tekes- ja muiden ohjelmien ohjelmamaisema.



lintaa teollisuudessa ja sen monenkeskisissä projekti- ja liiketoiminnoissa ko- ko prosessiteollisuuslaitosten elinkaaren ajan suunnitteluvaiheesta laitoksen rakentamiseen, käyttöön ja kunnossapitoon. Yhdistyksessä on menossa mm. huomattava tehdasmallien yhtenäistämistä edistävä kotimainen hanke, yhdistys antaa paljon painoa kansainväliselle standardoinnille, viimeisimpänä yhdistykseen on perustettu simulointijaos. (Ventä 2005), (Söderman 2005), (Lempiäinen 2008)

Mallinnukselle ja simuloinnille on MASI-ohjelma ollut tärkeä. Vuoden 2008 aikana VTT teki ohjelmalle selvityksen "Modelling and Simulation in Finnish industry - State of art, future solutions concepts, expected benefits, and anticipated strategies". Selvitys oli huomattavasti kevyempi kuin amerikkalainen vastaava 400-sivuinen selvitys "International assessment of Research and Development in Simulation-Based Engineering and Science", mutta niiden avainlöydökset ovat hyvin yhteneviä. Vaihtelevien tarkkuustasojen simulointia pidetään tärkeänä sovellusten yleistymisen kannalta (suunnittelu, ohjaus ja säätö, optimointi, poikkeustilanteiden analysointi). Simulointityökalujen yhteensopimattomuus on teknologian yleistymiselle vakava haitta. Mallinnuksen ja simuloinnin on oltava luotettavaa ja tarkoitukseensa sopivan tarkkaa. Tämä tarkoittaa panostuksia mallien ja laskentojen verifiointiin, validointiin, ja yleensä epävarmuuksien ja -tarkkuuksien hallintaan. Amerikkalaisen raportin mielestä teollisuus on tutkimusta edellä ammattitaitoisien datan, mallien, aineistojen, ja työnkulkukaavioiden suhteen. Vielä amerikkalainen raportti korostaa nk. suurteholaskentaa, kun taas Suomessa pidetään tärkeänä sitä, että

laskennat voidaan tehdä samoilla tietokoneresursseilla kuin muukin insinööriö (käytännössä siis omalla PC:llä). (MASI, 2009), (SBES, 2009).

SISU 2010 – Innovative Manufacture. Teknologiaohjelman missiona on, että ohjelman avulla luodaan teknologiset edellytykset suomalaisen kappale-tavaratuotannon kansainväliselle kilpailuedulle. Ohjelman keskeiset aihealueet ovat:

1. Joustavat tuotantoratkaisut. Joustavilla tuotantoratkaisuilla pyritään tyydyttämään asiakastarpeet nopeasti ja kustannustehokkaasti. Merkittäviä teknologioita joustavuuden parantamiseksi ovat esimerkiksi modulaaristen tuotteiden uudet kokoonpanomenetelmät ja -tekniikat, tehdastason tai valmistuksen toimintaprosessien simuloinnit, ohjaustavat ja uuden tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen.
2. Edistysellisten tuotanto- ja valmistusteknologioiden kehittäminen. Tuotanto- ja valmistusteknologioiden edistysellisyys ovat avaintekijöitä, kun pyritään kustannusoptimoituun ja laadukkaaseen tuotantoon. Tähän liittyen ainakin seuraavia teknologioita voidaan pitää keskeisinä: laser-, ja liitosteknologiat, mobilerobotiikka, moniakselisuus, ohjaukset, materiaalit sekä konenäkö.
3. Itseohjautuvuus tuotannossa. Itseohjautuvuuteen ja autonomiseen tuotantoon kuuluvat muun muassa sulautettu diagnostiikka, tehdastason tuotannon optimointi, simulointi ja mallintaminen, itsekokoonpantavuus, tuotannon uudet käyttöliittymät, piirrepohjaiset ohjaukset ja aistien laaja hyödyntäminen tuotannossa.

Vuonna 2007 VTT:llä tehtiin selvityshanke silloin vielä tulevasta *Digitaalisen tuoteprosessin* teknologiaohjelmasta. Selvityshankkeessa ensinnäkin korostettiin modernien suunnittelu- tai insinööriötyökalujen merkitystä, eli CAD:ia, CAE:tä, CAM:ia ja PDM:ää. Ne ovat kehittyneetkin päähinjoiltaan tässä järjestyksessä kattaen vähitellen yhä suuremman osuuden tuotteiden tai järjestelmien koko elinkaaresta. Viime vuosina onkin alettu puhua PLM:stä (Product Lifecycle Management), joka vaatimattomimmillaan tarkoittaa lähinnä sateenvarjoa em. aiemmille insinööriötyökaluille. PLM on edelleen ennen muuta strategia tai tapa toimia, mikä asiassa sinänsä onkin oleellista; vaatiihan täysimittakaavaisen PLM-kulttuurin (mukautetut ja räätälöidyt työkalut ja toimintatavat yritykselle ja sen tuotteilla yms. sovitettuina) kehittäminen vuosien sisäisen kehitystyön. Vähitellen insinööriötyökalutkin alkavat olla yhä yhteensopivampia, ainakin saman ohjelmistotoimittajan kohdalla, joskin yrityskauppojen myötä erillisten ohjelmien perintö näkyy selvästi vielä pitkään. Kun PLM -metodiikat ja työkalut sitten aikanaan ovat yrityksessä paikoillaan, hyötyinä luvataan: virheiden ja ongelmien aikainen havaitseminen, vähemmän korjaavia iteraatioita, asiakasvaatimusvetoinen suunnitteluprosessi, vähemmän hallitsemattomia muutosten tai virheiden leviämisiä laajalle dokumentaatioon, virtuaalitekniikat (simulointi, visualisointi ym.) korvaavat kalliita fyysisiä prototyyppisiä, parantunut laadunhallinta, kymmenien prosenttien kustannus- ja tehokkuusparannukset, IPR:ien hallinta. On selvää, että tällaiset hyödyt eivät tule vain napin painalluksella, mutta PLM tarjoaa työkalut, joiden avulla hyötyihin voidaan päästä. Sanotaan myös, että jos yritys on ko-

rostetun suunnittelu- tai tuotekehityso-rientoitunut, sen insinööri työkalus- to painottuu PLM:ään, mutta jos yritys on hyvin valmistus- tai kokoonpano- painotteinen, sen kannattaa kehittää ERP-työkalustoaan (Enterprise Resource Planning). Tosin niiden ominaisuu- det menevät osittain päällekkäin.

Tiedon, osaamisen tai kokemuksen roolia ei voi liikaa korostaa. Näitä työkalu- ja on mahdollista virittää ja sovittaa huo- mattavastikin, jolloin yritys kykenee te- hokkaasti taltioimaan ja hyödyntämään toimintaansa liittyvän oleellisen tiedon ja kokemuksen, ja tekemään mahdolli- seksi eriaisteiset uudelleenkäytöt. Mallin- nus ja simulointi on kasvavan tärkeä, vä- hintäänkin analysointityökalu. Standar- dien merkitys on erittäin suuri, ja lähtö- kohta yhteensopivuuksille. Vaikka työ-

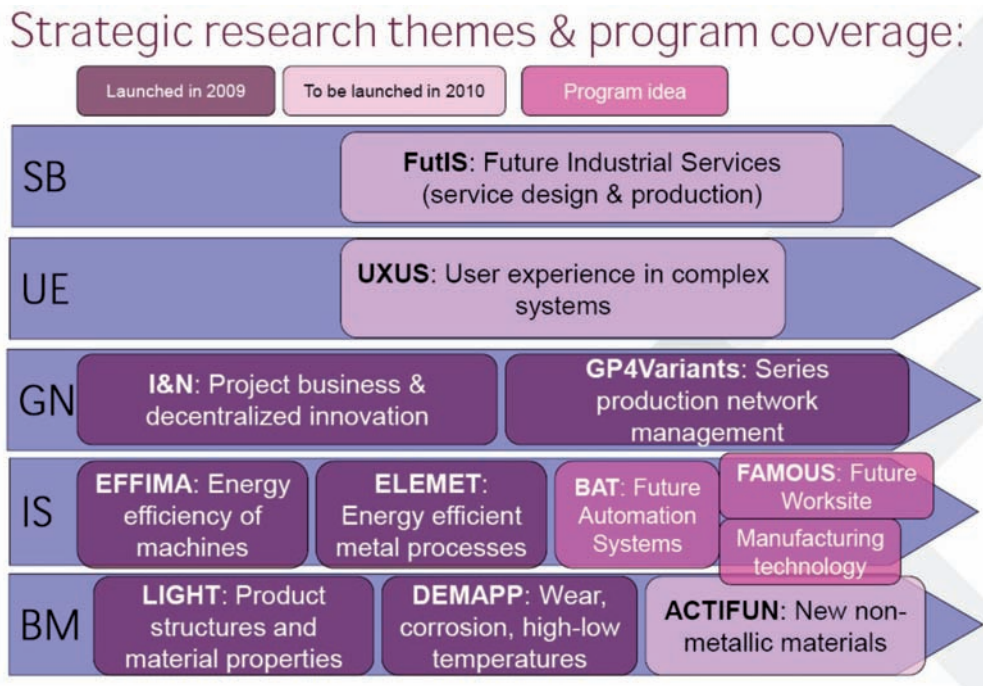
kalujen yhteensopivuus on viime vuosi- na edistynyt, yhteensopimattomuus on edelleen hankala ongelma. Tämä ei joh- du pelkästään siitä, että alalla on lukuisia suhteellisen vahvoja toimittajia, vaan yhe- teen sovitettavana on monitekniisyyksiä, eri yksityiskohtaisuuden asteita, erilaisia funktioita jne. Ehkä ideointia tai konse- ptointia lukuun ottamatta insinööri työka- luja on ollut olemassa kohtuullisen hy- vin elinkaarten alkupäähän, mutta esi- merkiksi teollisten palveluiden kehittä- miseen hyviä työkaluja on huonosti, jos ollenkaan.

6.2.2 Strategisen huippuosaamisen keskittymät

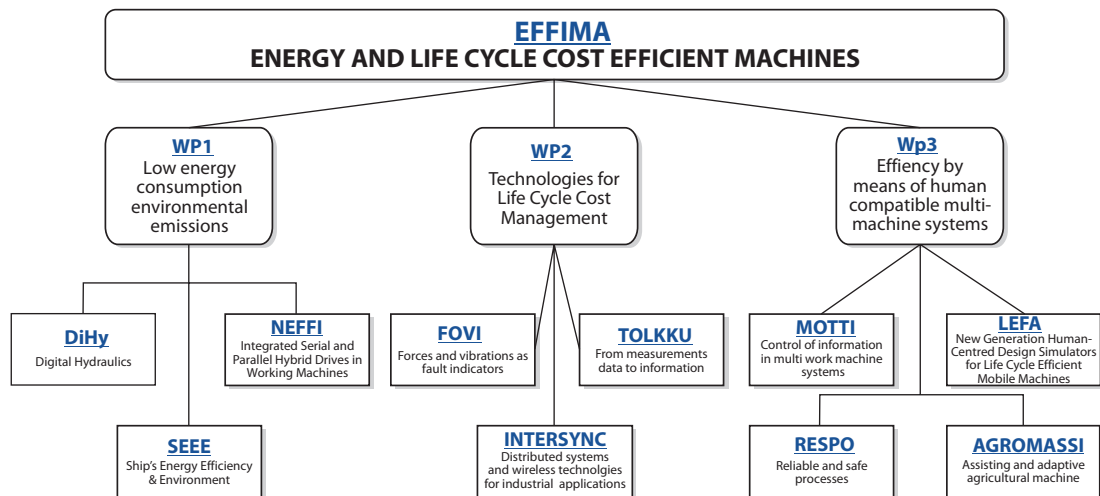
Strategisen huippuosaamisen keskitty- mät (SHOK) ovat Suomen innovaatio- ympäristön uusia tärkeitä instrument-

teja. Ne tarjoavat huipputason tutki- musyksiköille ja tutkimustuloksia hyö- dyntäville yrityksille uuden tavan teh- dä tiivistä ja pitkäjänteistä yhteistyötä keskenään. Keskittymissä toteutetaan yritysten, yliopistojen ja tutkimuslaitos- ten yhdessä määrittelemää tutkimus- strategiaa. Keskittymät ovat sovellus- lähtöisiä ja ne tukevat monitieteisyyttä. Tällä hetkellä maassamme on kuusi täl- laista SHOK-yritystä: CLEEN Oy (Energia ja ympäristö), FIMECC Oy (Metallituot- teet ja koneenrakennus), Metsäklus- teri Oy, TIVIT Oy (Tieto- ja viestintätek- niikat), RYM Oy (Rakennetty ympäris- tö) sekä SALWE Oy (Terveys ja hyvin- vointi). SHOK:ien keskeistä toimintaa on suunnitella ja toteuttaa tutkimus- ohjelmia, joissa teollisuus määrittelee sisältöjen prioriteetit, ja tutkimusohjel-

Kuva 50. FIMECC Oy:n viisi tutkimusteema-aluetta: 1) Service business (palveluliiketoiminta), 2) User experience (käyttäjäkokemus), 3) Global networks (globaalit verkostot), 4) Intelligent solutions (älykkäät ratkaisut) ja 5) Breakthrough materials (läpimurtomateriaalit).



Kuva 51. FIMECC Oy:n EFFIMA-ohjelman projektikaavio (2009).



mien toteuttajina ovat sekä yritykset että tutkimuslaitokset ja yliopistot yhdessä. Tekes rahoittaa SHOK:ien toiminnasta noin 50 %, ja tuki yrityksille vaihtelee 20–50 % välillä.

Automaation kannalta FIMECC (www.fimecc.fi) on merkittävin SHOK. FIMECC:in tutkimusaiheet on jaettu viiteen teemaan: 1) palveluliiketoiminta, 2) käyttäjäkokemus, 3) globaalit verkostot, 4) älykkäät ratkaisut, ja 5) läpimurto materiaalit.

FIMECC on ollut toiminnassa vuodesta 2008 alkaen, ja sen nykyinen ohjelmamaisema on oheisen kuvan (Kuva 50) mukainen. Vuoden 2009 lopussa käynnissä olivat ohjelmat: I&N, EFFIMA, LIGHT, ELEMET ja DEMAPP. GP4Variants-ohjelma aloittanee 2010 alkupuolella. Myös ohjelmat FutIS, UXUS, BAT, FWS ja ACTIVE aloittavat oletettavasti vuoden 2010 aikana. EFFIMA-ohjelman (Energy and life-cycle cost-efficient machines) suunniteltu kesto on 1.6.2009–31.12.2013, ja siinä on kymmenen projektia (Kuva 51). Vaikka oh-

jelman otsikko korostaakin energia- ja elinkaarikustannusten minimointia, automaatiotekniikoilla on keskeinen rooli.

GP4Variants, Global processes for high variety products on erittäin PLM-henkinen ohjelma (suunnitelma). Ohjelman fokus on konesuunnittelun ym. elinkaarten alkupään tiedonhallinnan haasteissa, so. esimerkiksi vaatimuserittelyn kehittämisessä sekä muutostenhallinnan tehostamisessa.

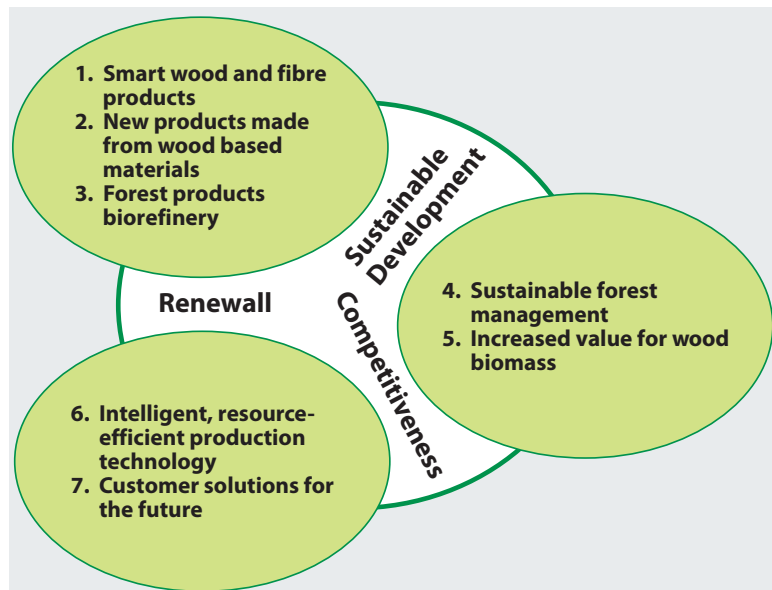
FIMECC:in käyttäjäkokemusteen ensimmäinen ohjelma tulee olemaan UXUS (User Experience and Usability in Complex Systems). Tätä kirjoitettaessa UXUS-ohjelman osa-alueet ovat: 1) UX as a Business Factor – Personalized user and customer experience as a business factor, 2) Co-creation and R&D – Customer and user driven open innovation practises in R&D, 3) Systemic UX – Human-centred design processes of complex systems, 4) Radical UX applications – Usability and new user interaction tools, ja 5) Experience evaluated – Evaluation of the project impact.

Automaation kannalta suurimmat odotukset kohdistuvat tällä hetkellä vielä valmistelussa olevaan BAT-ohjelmaan (Business Power from New Automation Technology). Ohjelman odotetaan käynnistyvän vuoden 2010 puolivälissä tai pian sen jälkeen. BAT-ohjelman keskeiset projektialueet ovat erittäin ajankohtaisia:

1. Wireless Automation and Engineering
2. Simulation-Supported Engineering, Operations, and Maintenance (E.O.M.)
3. E.O.M. Engineering
4. Data to Knowledge and Decisions
5. Human-Automation Joint Intelligence.

Metsäklusteri Oy:n tutkimusteemat keskittyvät valtaosaltaan uusiin kuitupohjaisiin tuotteisiin, paperi- ja sellutekniikkaan yms. (Kuva 52). Käynnissä olevaan EffTech-ohjelmaan (Intelligent and Resource-Efficient Production Technologies) kuuluu automaatio-

Kuva 52. Metsäklusteri Oy:n tutkimusteemat.



tekniikkaan läheisesti liittyviä projekteja mallinnuksen ja mittaustekniikan alalla.

Energia- ja ympäristöalan SHOK-yhtiön CLEEN Oy:n (www.cleen.fi) omistajina on 28 yritystä ja 16 instituutiota. CLEENin strategiset tutkimusalueet (ks. kappale 4.2) ovat huomattavan sovelluspainotteisia. Ensimmäiset viisi ohjelmaa ovat jo käynnistyneet tai käynnistymäisillään (suluissa alkamisajankohta ja laajuus):

- *sgem* – Smart Grids and Energy Markets (9/2009, 7.2 M€/v)
- *fcep* – Future Combustion Engine Power Plants (1/2010, 12.7 M€/v)
- *mmea* – Measurement Monitoring and Environmental Assessment (1/2010, 10.1 M€/v)
- *rema* – Resource Efficient Processes, Recycling And Waste Management (2010, 5.4 M€/v)
- *sbfc* – Sustainable Biomass Fuel Chain (2010, 9.3 M€/v)

Automaatioteknologia on monessa ohjelmassa tärkeä mahdollistaja mm. mittaustekniikan, kunnonvalvonnan, mallinnuksen ja simuloinnin, etähallinnan, säätömenetelmien, optimoinnin, käyttöliittymätekniikoiden ja päätöksentuen menetelmien muodossa.

6.3 Automaation tutkimus Suomessa

Automaatioalan tutkimus Suomessa tapahtuu yliopistoissa, ammattikorkeakouluissa, tutkimuslaitoksissa, tutkimus- ja konsultointiyrityksissä sekä automaatioalan yrityksissä. Tutkimusta rahoittavat yritykset sekä tutkimuslaitokset ja korkeakoulut omista määrärahoistaan. Merkittävät julkiset rahoittajat automaatioalalla ovat Suomen Akatemia ja Tekes. Suomen Akatemian painopiste on akateemisessa perustutkimuksessa ja Tekesin soveltavassa tut-

kimuksessa. Tämän lisäksi useat säätiöt rahoittavat ja tukevat tutkimusta – näistä erityisesti automaation alalla toimii Automaatiosäätiö.

Yliopistot ovat historiallisesti vastanneet akateemisesta perustutkimuksesta, mutta kasvaneet paineet ulkopuolisen rahoituksen saamiseksi ovat siirtäneet tutkimuksen painopistettä soveltavan tutkimuksen puolelle. Yliopistot, joissa on teknillinen tiedekunta ja joissa voi syventyä automaatioalalle ovat:

- Aalto-yliopisto (AYO)
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LTY)
- Oulun yliopisto (OY)
- Tampereen teknillinen yliopisto (TTY)
- Vaasan yliopisto (VY)
- Åbo Akademi (ÅA).

Mikäli automaation käsitettä laajennetaan käsittämään systeemi-, informaatio- sekä tietojenkäsittelyteorian, niin myös yliopistot, joissa on matemaattisluonnontieteellinen tai informaatioteknologinen tiedekunta, voidaan laskea mukaan. Jos taas automaatioon katsotaan kuuluvaksi käyttöliittymien käytettävyys ja ihminen-kone-systeemit, niin humanistinenkin tiedekunta voi tehdä automaatioalan tutkimusta. Vastaavasti, jos automaatiota tarkastellaan liiketaloudellisesta näkökulmasta, niin talous- ja kauppatieteiden tiedekunta tutkii automaatioalaa.

Yliopistojen tutkimusportfolio on muodostunut lahjakkaiden tutkijoiden tutkimusintressien ympärille, joten yllä lueteltujen yliopistojen lisäksi mistä tahansa yliopistosta voi löytyä automaatioalan tutkimusta.

Ammattikorkeakoulut ovat lähes tyneet toiminnassaan yliopistoja tar-

joten perustutkintoja ja jatkotutkintoja. Vaikka perinteisesti ammattikorkeakoulujen tehtävä on ollut tutkimuksen sijasta ammatillisessa koulutuksessa, niin nykyään useat ammattikorkeakoulut tekevät myös soveltavaa tutkimusta.

Automaatio löytyy poikkitieteellisenä alana ammattikorkeakouluissa hyvin erityyppisistä koulutusohjelmista. Se voi löytyä omana koulutusohjelmanaan tai sitten sähkötekniikan, konetekniikan tai jopa ajoneuvotekniikan koulutusohjelmasta.

Tutkimuslaitokset tekevät nimenomaan mukaisesti tutkimusta. Suurin suomalainen tutkimuslaitos on VTT, joka on samalla myös Pohjois-Euroopan suurin soveltavaa tutkimusta tekevä organisaatio. Tutkimuslaitokset tekevät usein sekä julkisrahoitteista että yritysten tilaustutkimusta. Tutkimus voi olla joko perustutkimusta tai soveltavaa tutkimusta.

Tutkimus- ja konsultointiyritykset eroavat tutkimuslaitoksista siinä suhteessa, että ne keskittyvät lähinnä yritysten tilaustutkimukseen. Usein myös tutkimuksen aikajänne on lyhyempi kuin perustutkimuksessa.

Tämän lisäksi merkittävä osa automaation tutkimuksesta tehdään yrityksissä tutkimus- ja tuotekehityshankkeissa. Erityisesti suuremmat yritykset hyödyntävät tehokkaasti kaikkia yllä esitettyjä tutkimusosapuolia - he ovat mukana julkisrahoitteisissa tutkimushankkeissa yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa, osa tutkimuksesta tehdään yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen opinnäytetöinä ja he tilaavat konsulttiyrityksiltä täsmätutkimuksia. Suuremmilla yrityksillä on usein tutkimus- ja tuotekehitysyksikön lisäksi oma akatemiansa, jossa tehdään perustutkimusta ja julkaisuja.

6.4 Automaatioalan koulutuspalvelut

Kyselytutkimuksessa ja haastatteluisa uuden teknologian hallinta ja tuotekehitys sekä osaavien työntekijöiden löytäminen nousivat 3-5 vuoden kuluessa erittäin merkittäviksi liiketoiminnan haasteiksi. Vastaajat myös nostivat merkittäväksi tarpeeksi eri teknologioihin, tuotteisiin ja laitteisiin kohdentuvan koulutuksen.

Automaatiokoulutus pitää sisällään perus- ja jatkokoulutuksen yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa, täydennyskoulutuksen sekä laitevalmistajien ja maahantuojaan tarjoaman tuotekoulutuksen.

Yliopistot ja ammattikorkeakoulut tarjoavat opiskelijoille perus- ja jatkokoulutuksen lisäksi avoimia opintoja sekä muunto- ja täydennyskoulutusta. Avoimet opinnot ovat tarkoitettu kennelle tahansa kyseisestä aiheesta kiinnostuneelle, muutokoulutus henkilölle joilla on jo jonkin toisen alan tutkinto, mutta jotka tahtovat kouluttautua toiselle osa-alueelle ja täydennyskoulutus henkilölle, joka tahtoo täydentää osaamistaan.

Täydennyskoulutusta eri tarpeisiin tarjoavat hyvin monet organisaatiot ja yritykset. Puhtaasti koulutusta tarjoavien yritysten kuten AEL:n ja Pohdon lisäksi monet järjestöt ja yhdistykset tarjoavat automaation täydennyskoulutusta. Esimerkiksi Suomen Mittaus- ja Säädeteknillinen yhdistys (SMSY), Suomen Automaatioseura (SAS) ja Teollisuuden Sähkö ja Automaatio (TSAU) järjestävät täydennyskoulutuskursseja automaation alalta. Useat pienemmät yritykset tarjoavat myös koulutuspalveluja joko pääliiketoimenaan tai muun liiketoiminnan ohella.

Täydennyskoulutuskurssit voivat olla sisällöltään joko yleisiä jotka kiinnostavat hyvin eri tyyppisiä yrityksiä tai yhden yrityksen tarpeeseen räätälöityjä tilauskoulutuksia.

Maahantuojaan, laite- ja järjestelmävalmistajien tarjoamat tuotekoulutukset ovat myös hyvin tärkeitä loppukäyttäjäyrityksille ja samalla ne ovat osa tuotetukea. Monilla yrityksillä koulutuspalveluista on tullut merkittävä osa automaatiopalveluiden tarjoamaa.

Osana automaatioalan koulutusta ovat koulutussimulaattorit, joiden avulla voidaan kouluttaa esimerkiksi operaattoreita tehokkaasti eri tilanteiden hallintaan valvomossa.

6.5 Toimialajärjestöt

Automaatioalalla on useita eri järjestöjä, jotka kattavat automaation eri osa-alueita. Suurimmat ja vanhimmat näistä järjestöistä ovat Suomen Automaatioseura ry ja Suomen Mittaus- ja Säädeteknillinen Yhdistys ry. Nämä kaksi järjestöä julkaisevat yhdessä Automaatioväylä-lehteä. Kumpikin järjestö on jäsenenä kattojärjestö Finel ry:ssä (Suomen sähkö-, elektroniikka- ja automaatiojärjestöjen liitto ry).

Suomen Automaatioseura on perustettu vuonna 1953. Sen toiminta tapahtuu eri jaoksissa ja toimikunnissa. Jaostot ovat muodostuneet jäsenistön aktiivisuudesta itsenäisesti ja toimikunnat ovat Automaatioseuran hallituksen perustamia. Jaostot ja toimikunnat ovat tällä hetkellä:

- Voimalaitosjaosto
- Koneaköjäos
- Valmistuksenohjausjaosto
- Rakennusautomaatiojaosto
- Simulointijaosto
- Turvallisuusjaosto

- Kunnossapitotoimikunta
- OPC toimikunta
- BACnet-toimikunta
- Koulutustoimikunta
- Teknologia-toimikunta
- Kansainvälisyystoimikunta
- IMEKO-toimikunta.

Suomen Mittaus- ja Sääteknillinen Yhdistys on perustettu vuonna 1961. Sen toiminta tapahtuu paikallisjärjestöissä, jotka ovat tällä hetkellä:

- Wiisari (Helsinki)
- Limiitti (Joensuu)
- Mitteli (Jyväskylä-Jämsä)
- Anturi (Kemi-Tornio)
- peeHOO (Kokkola-Pietarsaari)
- Kysä (Kotka-Kouvola)
- Pitti (Kuopio)
- Bar (Lahti)
- Eksy (Lappeenranta-Imatra)
- Pipo (Oulu)
- Psa (Pori)
- Luuppi (Porvoo)
- Puntari (Rauma)
- Pihi (Tampere)
- Turun automaatio (Turku).

Näiden kahden seuran lisäksi Suomessa on useita pienempiä tieteellisiä seuroja, jotka toimivat joko automaatioalalla tai liittyvät muuten automaatioon läheisesti, esim. Teollisuuden Sähkö- ja Automaatio (perustettu 1992), Suomen Robotiikkayhdistys (perustettu 1982), Suomen Tekoälyseura (perustettu 1986), Suomen laskennallisten tieteiden seura (perustettu 2007), Suomen Operaatiotutkimusseura (perustettu 1973).



Yhteenveto, suositukset ja toimenpiteet

7.1 Yhteenveto kehitystrendeistä

Seuraavassa on yhteenveto niistä kehitystrendeistä, jotka nähtiin automaatioalan pk-yritysten kannalta keskeisimmiksi. Kuva 53 esittää kehitystrendien otsikot.

Teollisuustuotanto vähenee Suomessa. Tuotanto ja valmistus siirtyvät yhä kauemmaksi Suomesta lähemmäksi asiakkaita ja halvempien kustannusten maihin. Tuotantoon ja valmistukseen liittyvän automaation markkinat pienentyvät ja kilpailu lisääntyy, joten useat automaatioalan toimijat ovat jo nyt päivittäneet liiketoimintasuunnitelmaansa ja laajentaneet toimintaansa kasvaville markkinoille, kuten sähkön, energian, vesihuollon, elintarvikkeiden, rakentamisen ja kiinteistöjen sovelluksiin. Vanha Suomen teollisuuden tukijalka, metsäteollisuus, on investoinut hyvin vähän enää Suomeen. Vastavasti nk. länsimaissa moni muukin suuri teollisuudenala (esim. autoteollisuus) on ollut laskevan menekin ja ylitarjonnan kourissa.

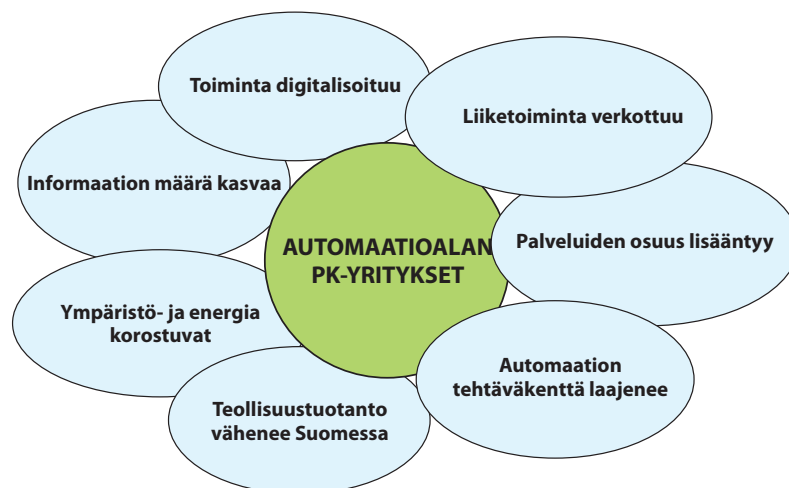
Metson, Koneen ja Wärtsilän kaltaisten, ainakin Suomen mittakaavassa suurten toimijoiden strategia on ollut rakentaa merkittävää toimintaa kasvaville markkinoille. Ainakin ennen nykyistä taantumaa tällainen kansainvälistyminen oli toisaalta elinehto ja kasvun edellytys, mutta toisaalta siinä me-

nestyminen edisti myös liiketoimintaa ja aktiviteetteja sekä lisäsi työpaikkoja myös Suomessa. Suomea pidettiin globalisaation voittajana. Telakkaklusteria on pidetty hyvänä esimerkkinä siitä, kuinka osaavaa ja laajaa alihankintaverkostoa on vaikea siirtää, veturina toimivan telakkayhtiön omistajanvaihdokista huolimatta, pois Suomesta, koska vastaavan hinta-laatu-tehokkuussuhteen siirtäminen on ollut lähes mahdollonta. On myös tavallista, että ulkomaille ulkoistettuja (off-shoring) toimintoja vedetään takaisin vaikeuksien kasaututtua. On myös aloja, esimerkiksi erikoistuva kappaletavaraustuotanto, joissa valmistuksen osuus kustannuksista

on vain 10 % luokkaa. Toisaalta ei pidä unohtaa, että automaatiotason edelleen nostamisella ja sitä kautta tuotannon tehostamisella on suuri merkitys teollisuustuotannon Suomessa pitämiseksi.

Automaation tehtäväkenttä laajenee. Tämä raportti on esitellyt joukon muita, kasvavan tärkeitä aiheita kuin, mitä on aikoinaan kuulunut automaatio- tai systeemitekniikan peruspakettiin. Enää ei olekaan uutta todeta, että mittaus- ja säätötekniikan lisäksi automaatioalaan kuuluu kunnonvalvontaa, kunnossapitoa, etähallintaa, hälytysten ja informaation hallintaa, ihminen-kone-räjäpintaa, automaation suunnitte-

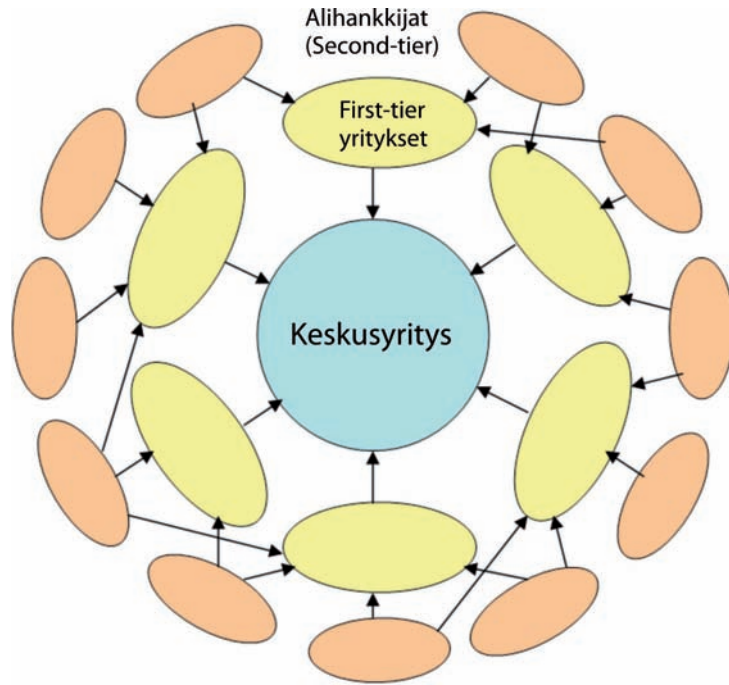
Kuva 53. Automaatioalan pk-yrittäjän liiketoimintaan vaikuttavia trendejä.



lua, ohjelmointia, mallinnusta ja simulointia. Automaation tehtäväkenttä laajenee palveluliiketoimintaan, tuotannonohjaukseen, logistiikan hallintaan, kansainvälistymiseen, verkottuneeseen liiketoimintaan, ympäristökysymyksiin, jne. Toisaalta tulee pitää mielessä ylivöimän edellyttämä erikoistuminen ja fokusoituminen, toisaalta näiden toimintojen ja vaatimusten yhä tiukempi integroituminen.

Liiketoiminta verkottuu. Isot yritykset keskittyvät ydinosaamisiinsa ja omiin asiakasrajapintoihinsa. Usein oma insinööritoiminta on vähentynyt ja vastaavasti alihankinta on lisääntynyt. Nykyään esimerkiksi laivan on laskeutu rakennetun 80 %:sti telakan ulkopuolella. Tämä lisää mahdollisuuksia alihankinta- ja toimittajaketjun yrityksille, eli tyypillisesti pk-sektorille. Automaatio onkin esimerkki alasta, jonka tietotaito on monessa tapauksessa siirtynyt peruuttamattomasti toimittajille, integraattoreille, ja edelleen pitkälle pk-ali-hankintaketjuihin. Ulkoistuksen ja alihankinnan myötä loppuasiakkaan tekninen henkilöstö vähenee. Kun liiketoiminnan palasia näin siirtyy yrityksestä ulos, tarjoamista tulee kokonaisvaltaisempia. Tästä syntyy teollisuuden palveluliiketoimintaa. Edelleen kun tarjoajayritykset tehostavat toimintaansa, syntyy uudelleen tarve teknologian lisäämiseen, nyt palveluntarjoajan puolella. Palveluntarjoamisessa on myös monella alalla kehänsä, eli loppukäyttäjärityksen ympärillä on rajallinen kerros nk. first tier -yrityksiä, jotka vastaavat isohkoista paloista loppuasiakkaan liiketoiminnoissa, ja alihankintaketju jatkuu kerroksittain ja haarautuen ehkä hyvinkin laajalle (Kuva 54). Globalisaatio tuo tilanteeseen vielä omat huomattavat lisänsä. Menestyäkseen yrityk-

Kuva 54. First tier -yrityksillä voi olla merkittävä rooli keskusyrityksen liiketoiminnassa.



sen tulee panostaa verkoston rakentamiseen ja verkostossa toimimiseen entistä enemmän.

Palveluiden osuus lisääntyy. Palveluliiketoiminta lisääntyy yhteiskunnan kaikilla alueilla. Yleinen digitalisointuminen ja nopeasti kehittyvä ICT tukevat palveluliiketoimintaan siirtymistä. Moni arkielämän toiminto on automatisoitu verkkopalveluksi. Tämä on kaukana perinteisestä automaatiosta, mutta silti automaatio-osaajille oivallinen mahdollisuus. Myös valmistuksen ja teollisen tuotannon puolella, mukaan lukien kaikenlaiset tukitoiminnot, palveluiden osuus on vahvassa kasvussa. Oleellisen informaation hankkiminen, tehokas jakaminen ja hyödyntäminen ovat keskeisiä tekijöitä palveluiden kustannustehokkaassa toteuttamisessa ja hallinnassa.

Toiminta digitalisoituu. Tämä voi kuulostaa kliseemäiseltä, koska tietokoneita on ollut jo kauan. Silti vasta nyt on alettu oivaltaa, että reaalisen koneen, tehtaan, prosessin ohelle yhä tärkeämmäksi on tullut nk. digitaalinen tai virtuaalinen kone, tehdas tai prosessi, koska yhä suurempi osa insinööritoimintaa tehdään ohjelmistotyökaluilla, simuloidut prototyyppit alkavat korvata fyysisiä, prosesseja ja toimintoja monitoroidaan ja ohjataan tietotekniikalla ja tiedon varastointi on siirtynyt täysin digitaaliseksi. Verkottuneessa maailmassa suunnittelu- ym. toiminnot ovat hajautuneita, mitä hallitaan hajautetulla tietotekniikalla, etäoperoidusti, internetin ja mobiilitekniikan kautta. Käynnissä oleva digitalisoituminen on verrattavissa teollistumisen historian muihin suuriin murroksiin. Digitalisoituminen on teol-

lisen toiminnan lisäksi etenemässä joka alalla. Tämä luo automaatioalan menetelemille uusia markkinoita. Digitalisoinnilla on saavutettavissa monia ja huomattavia säästöjä ja muita etuja. Tässä kehityksessä on ensiarvoisen tärkeää pysyä mukana.

Informaation määrä kasvaa. Tämä on monella tavalla seurausta edellisistä kehitystrendeistä, erityisesti jos niitä ei ole yrityksessä huomioitu hallitusti. Yhä instrumentoidummat koneet ja prosessit, internetin käyttö, digitalisoinnin hajanainen ja laajeneva toteutuminen, eri aikakausien dokumentit ja tiedonhallintajärjestelmät ja ICT:n nopeutuvat teknologiasykli ovat tämän ilmenemismuotoja. Teollisuudessa pyritään datasta tai informaatiosta tietämykseen ja ymmärrykseen, jotta osataan tehdä oikeita päätöksiä. Standardit, määräykset, sopimukset ja järjestelmien ja toimintatapojen yhteensopivuus ovat monesti välttämättömiä, mutta silti joudumme nähtävissä olevassa tulevaisuudessa tulemaan toimeen kiihtyvällä vauhdilla kasvavan informaatiotulvan kanssa.

Ympäristö ja energia korostuvat. Ilmaston lämpeneminen on nopeasti muuttamassa ihmisten asenteita huomiomaan ympäristöä paremmin. Osittain ristiriitaisesti energiankulutus on kasvussa ja energian riittävyys on huolen aihe. Myös puhdas vesi on tulevaisuuden niukkuustekijä. Ekotehokkuus, bioenergia, hiilijalanjäljen hallinta, ympäristöneutraalit tai nollapäästötiset teknikat, kestävä kehitys, vedenpuhdistusteknologiat, biohajoavat materiaalit, luonnonvaroja säästävä käyttö jne. ovat tulleet pysyviksi arvoiksi ja maapallolle välttämättömiä. Tämä kehitys kasvattaa ja monipuolistaa ympäristö- ja energiasektoria. Vaikka ympä-

ristön tilasta ollaan osittain epätietoisia ja erimielisiä, keskeisistä pelisäännöistä ei ole kattavia poliittisia päätöksiä, vuorovaikutusilmiöitä ei tunneta riittävästi ja eletään taantumassa, niin kysyntää tulee olemaan elinkaarianalyysille, vähäpäästöisille tekniikoille, energiapuheille koneille ja prosesseille, ympäristön tilan mittauksille, maan, veden ja ilman puhdistustekniikoille jne. Kysyntä kasvaa joko lainsäädännön tai kansainvälisten rajoitusopimusten kautta tai yksinkertaisesti erilaisten asiakasvaatimusten kautta ympäristötietoisuuden tai suoranaisten haittojen kasvaessa.

Tietotekniikan yleistyminen ja digitalisoituminen on herättänyt keskustelun siitä, miten kestävää tietotekniikkainfran ylläpitäminen ja käyttö ympäristön kannalta on. On totta, että laitesukupolvet ovat nykytietotekniikassa lyhyitä ja laitteet kuluttavat sähköä. Onko kehitys kestävä? Green ICT (vihreä ICT) -termi tarkoittaa ympäristön kannalta kestäviin toimintatapoihin pyrkimistä tietotekniikassa itsessään tai muussa toiminnassa tietoteknisin keinoin (Ahola 2010). Green ICT:n yhteydessä puhutaan ICT-laitteiden ja niiden käytön aiheuttamasta ympäristökuormasta, mutta yhtä lailla tuotannon ja toimintojen muuttamisesta ympäristöystävällisemmäksi ICT:tä hyödyntämällä. Vuonna 2007 annettu arvio ICT:n maailmanlaajuisesta osuudesta hiilidioksidipäästöissä oli 2 % (www.vihreaict.fi). Toiseen vaakakuppiin saadaan huomattava määrä energian säästöpotentiaalia sähköntuotannossa, jakelussa, rakennusten lämmityksessä ja jäähdytyksessä, valaistuksessa, logistiikassa, liikenteessä, teollisuustuotannossa jne. lisäämällä järjestelmien älykkyyttä ICT:n avulla. Green ICT -ajattelu valtaa alaa, ja sen tuomia liiketoimintamahdollisuuksia

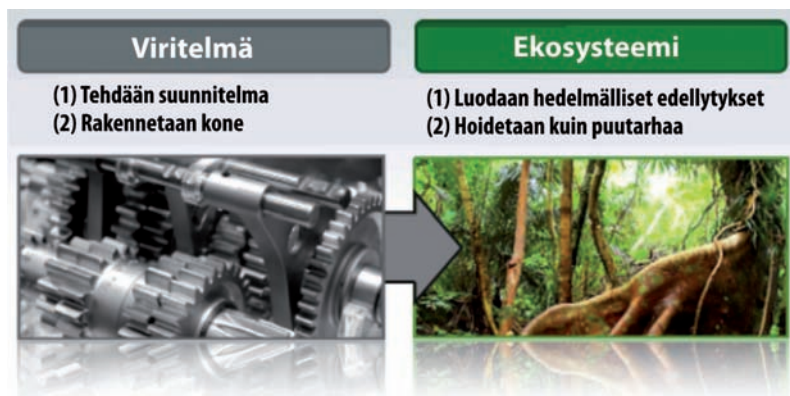
esim. vipuvaikutusta tuotteiden ja palveluiden markkinoinnissa ei pidä aliarvioida.

7.2 Suosituksia

Tämä kappale esittää ajatuksia siitä, miten nykyisestä murroksesta selvittää voittajina. Kuva 55 kuvaa kärjistetyksi eroa talouden vanhojen toimintatapojen ja nykysuuntauksen välillä (Ariina 2009). Kehityskulku on erityisen vahva Internetiin perustuvassa liiketoiminnassa, mutta myös automaatioalan toimijoiden tulee asia tiedostaa. Edellytysten luominen ja suhteiden vaaliminen on keskeisessä asemassa siirryttäessä palveluihin ja verkottuneeseen toimintaan. Vanha insinöörimäinen ajattelutapa, että laadukas tekniikka myy itsessään, ei enää toimi. Nykypäivän klassinen esimerkki liiketoimintalogiikan mullistamisesta on tulostimien halvalla myynti ja katteen saaminen värikaseteista.

Tunnista ja hyödynnä vahvuudet. Tämä tarkoittaa sekä omien vahvuuksien hyödyntämistä, että muiden osaamisen tunnistamista. Jos toisen yrityksen vahvuus hyödyttäisi omaa liiketoimintaasi, kannattaa tunnustella verkottumista. Telakkaklusteri tarjoaa hyvän esikuvan: erikoistutaan alueisiin (kuten risteilylaivoihin), joissa vahvuutemme, kuten korkeatasoinen koulutus, kokemus, laaja alihankintaverkosto, vahvat first tier -toimittajat, ovat ja pidetään klusterista huolta. Uudet nousussa olevat alat (hajautettu energia, kestävä kehitys, sähkökäyttöiset koneet ja ajoneuvot ym.) sisältävät erityistä potentiaalia uusiksi osaamisklustereiksi. Monesti paras laatu, paras joustavuus, paras asiantuntemus voivat löytyä Suomesta, tai ne voidaan yhteistyöllä

Kuva 55. Liiketoiminnan luonne on muuttunut. Menestymiseen tarvitaan paljon enemmän kuin toimiva teknologia. (Arina 2009)



kehittää. Automaatio-osaamisella voi olla ratkaiseva, joskaan ei ainut, merkitys onnistumiselle.

Teollisessa toiminnassa on alueita, jotka erityisesti tuntuvat sopivan suomalaiseen toimintatapaan ja niitä voi pitää meidän luontaisina vahvuksinamme. Suomalaiset ovat hyviä esimerkiksi turvallisuuden, kunnossapidon, riskienhallinnan ja projektinhallinnan alueilla. Liittämällä tähän modernin teknologian voimme kehittää hyvin kilpailukykyisen tarjoaman. Teollisuuden hajautetun tiedonhallinnan (THTH)-yhdistyksen yksi johtajatuksista on ollut, että suomalainen harkittu tapa toimia yhteensopivine tekniikoineen, korkealla ammattitaidolla ja laatuambitiolla säilyisi ja vahvistuisi pysyväksi kilpailueduksi tehdasprojekteissa. Sama ajatusmalli pätee varmasti laajemminkin. Hintatasosta ja sijainnista asiakkaaseen nähden ei tarvitse aina tulla menestyksen este.

Meille tuttu osaaminen voi olla uutta muualla. Kasvavien ja nousevien talouksien ostovoiman kehittyessä monet länsimaissa jo kertaalleen ratkais-

tut tarpeet ja ongelmat toistuvat omalla tavallaan vielä moneen kertaan, esimerkiksi elintarvikesektori, asuminen, perusinfrastruktuurit, hyvinvointi- ja terveyspalvelut, tietotekniikkainfrastruktuuri, jne. Tämä tulevaisuuden kysyntä tulee tarvitsemaan aalloittain osaamista, tekniikkaa, energiaa, terästä jne. – ja kaikessa mukana olevaa automaatiota. Elinkaariajattelusta on tullut meille itsestään selvää, mutta useissa maissa näin ei ole, esim. tuotantolaitos ajetaan loppuun minimaalisin korjauksin. Teollisessa lähihistoriassamme automaatiolla on ollut suuri rooli toiminnan tehostamisessa. Kasvat suuret taloudet, kuten Kiina ja Intia, tulevat ajautumaan ylituotantolanteeseen lähitulevaisuudessa, mikä aloittaa kovan kilpailun ja tiputuspeilin. Suomessa toiminnat on jo viritetty vuosien varrella kustannustehokkaiksi. Tuon tehostamisen tulos ei ole ainoa saavutettu arvo, vaan myös koetut ja opitut tehostamisen teknologiat ja kehittämisprosessit. Koetellun teknologiamme ja sopivien palveluiden pake-tointi ja myynti kehittyville alueille toisi

myös erinomaista paikallisten yritysten tuntemusta, mikä olisi vastaavasti myytävissä suomalaisten yritysten ulkoistamispyrkimyksiin.

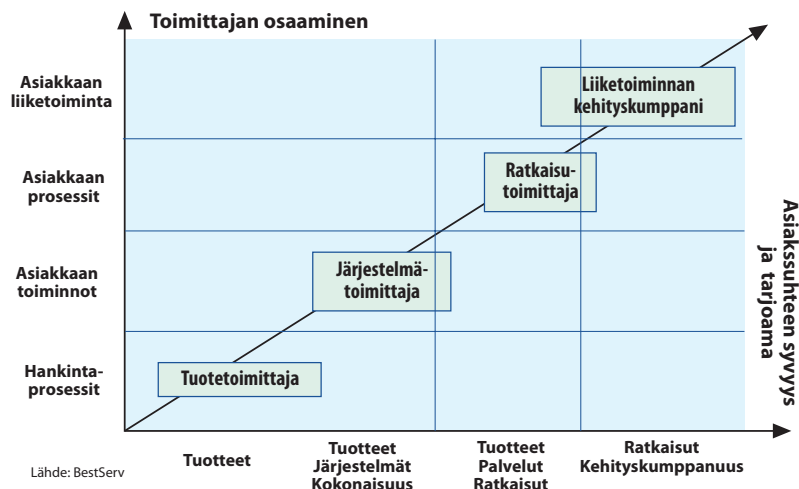
Toimi kansainvälisesti. Globalisoitumiseen on suhtauduttu Suomessa ehkä enemmän kielteisesti kuin myönteisesti. Liiketoiminnan kansainvälistyminen on paitsi välttämätöntä Suomen talouden kasvuksi, myös ainoa laajenemistapa monelle pitkälle erikoistuneelle yritykselle. Pk-yritystenkin tulee laatia itselleen kansainvälistymisstrategia. Vaatimattomallakin aloituksella voi olla kauaskantoiset vaikutukset liiketoiminnan menestykselle. Kannustimet ja koulutusmahdollisuudet ovat ensiarvoisen tärkeitä. Julkista tukea on saatavilla ja sitä kannattaa hyödyntää.

Kehitä palveluita. Yrityksen tulee säännöllisesti kyseenalaistaa oma toimintansa ja miettiä vaihtoehtoisia liiketoimintastrategioita, olisiko esimerkiksi mahdollista asemoitua lähemmäs asiakkaan arvontuontiprosessia (Kuva 56). Ratkaisuiden ja palveluiden myynti on tuottavampaa kuin pelkän tuotteen toimittaminen tehtaan portille. Jatkuvan palvelun tarjoaminen auttaa selviämään investointitaukojen ylitse.

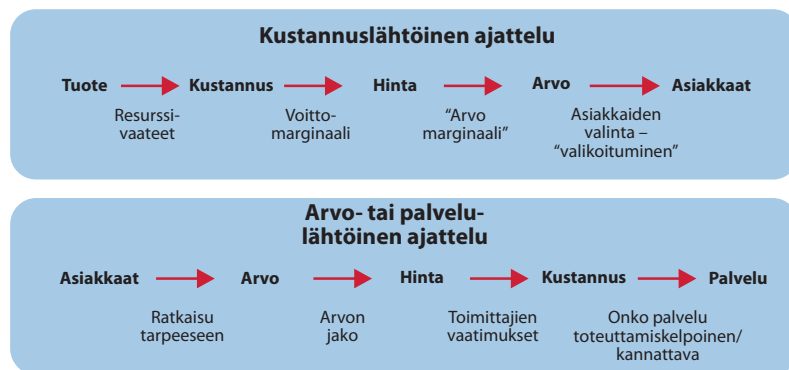
Ymmärrä asiakkaasi ongelma. Asiakaslähtöiseen innovointiin kannattaa panostaa. Konkreettisen ratkaisun ja hyödyn (euroina) myyminen on tehokasta, joskin se vaatii kokemusta riskien arvioinnissa. Oma näkökulmasi voi olla asiakkaalle uusi ja kiinnostava. Eri-tyisesti tuotannon parissa olevat ihmiset ovat usein liian kiireisiä itse selvittämään asioita ja vaihtoehtoja.

Panosta markkinointiin ja hinnoittele oikein. Käytä sisäänpääsy-tuotteita, anna jotain ilmaiseksi. Näitä markkinoiden perustemppeja ei käytetä turhaan, ne toimivat. Älä hinnoit-

Kuva 56. Yrityksen kannattaa miettiä uusia tapoja tukea asiakkaansa arvonaluontiprosessia. (Veikkolainen 2010/BestServ)



Kuva 57. Palveluinnovaatiot haastavat perinteisen arvonaluonin logiikan. (Veikkolainen 2010)



tele perinteisesti kustannusten, vaan liisäärvon mukaan (Kuva 57). Mittaa toimintasi tehokkuus ja ehdota saavutetun lisäarvon jakamista. Tee "törkeä arvopaus".

Vahvistu verkottumalla. Verkottunutta toimintatapaa on viime vuosina rummutettu monen asian ratkaisijaksi. Käytännössä se onkin ainoa keino pienelle yritykselle laajentaa mer-

kittävästi tuote- tai palvelutarjontaansa lyhyessä ajassa. Verkottuminen on voimien yhdistämistä. Se ei kuitenkaan tapahdu itsestään, vaan sopivia kumppaneita on etsimällä etsittävä, eivätkä keikeilut aina johda toivottuun lopputulokseen. Yrityshaastatteluissa eräs yrityksen edustaja totesi, että hyviä kumppaneita on etsitty jo useamman vuoden ajan, mutta ilman menestystä.

Edellytyksenä hyvin toimivalle verkostolle on avoimuus ja hyvä kommunikaatio. Mutta missä menevät tiedon jakamisen rajat, sillä omasta tietotaidostakin on pidettävä huolta. Verkoston tehokas hyödyntäminen edellyttääkin yrityksiltä selkeää strategista määrittelyä toimittajaverkostojen tehtävistä, tavoitteista sekä yhteistoiminnan malleista (Seppänen 2003). Kuva 58 havainnollistaa, että verkottumisessa on erilaisia yhteistoimintamalleja. Pitkälle menevien yhteistyömallien kehittäminen on pitkän aikajänteen investointi kummallekin osapuolelle. Osapuolilta vaadittava sitoutuminen yhteisiin toimintaperiaatteisiin ja käytäntöihin vaatii huomattavia ponnisteluja ja järkkymätöntä uskoa yhteiseen tulevaisuuteen. Kommunikaation kehittäminen on tärkeä osa yhteistoiminnan kehittämistä. Tähän haasteeseen voisi löytyä apua sosiaalisen median työkaluista. Kun yhteistyön hakeminen tapahtuu ihmisten kesken, on myös henkilöiden persoonallisuuksilla merkitystä. Yrityksen on tarvittaessa tunnistettava tämä tosiasia ja vaihdettava tunnustelijaansa.

Verkottumisessakin on rajansa. Kaikki toimittajasuhteet eivät voi olla yhteistoiminnallisia, vaan perinteiselle markkinaperusteiselle transaktiosuhteelle on yhä käyttöä (Seppänen 2003). Kuvan mukaisesti vain monimutkaisessa ja strategisesti merkittävässä yhteistyösuhteessa parhaimman lopputuloksen tuottaa strateginen yhteistyö.

Innovointi verkostossa on myös ja nimenomaan suomalainen vahvuus. Monissa muissa kulttuureissa alihankintasuhdeten lyhytkestoisuus, ja yleisesti ns. kovat business-tavat pitävät avoimuuden ja luottamuksen poissa, mitkä ovat kuitenkin keskinäisen innovoinnin perusedellytyksiä.

Kuva 58. Verkostoyhteistyön erilaiset strategiamahdollisuudet. (Seppänen 2003)



Verkottumisesta puhutaan paljon, mutta siihen suhtaudutaan ehkä sittenkin turhan kevyesti. Liiketoiminnan kannalta verkottumista ei ole se, että tutustutaan uuteen ihmiseen seminaarissa, vaan se, että yritykset tekevät yhteistyötä konkreettisella tasolla. Tähän liittyy paljon erilaisten käytäntöjen kehittämistä, sopimusjuridiikkaa, yms. yleistä osaamista, mihin pk-sektorin yrittäjien voimat eivät välttämättä riitä. Koulutuspalveluntarjoajat, toimialajärjestöt ja Tekes voisivatkin enemmän tarjota käytännön apua verkottumisen ongelmiin. Osaltaan ongelma on myös tiedotuksessa ja ehkä myös asenteissa, sillä näiden teemojen ympärillä on jo saatavissa apua ja tukea, mutta tarjotut keinot eivät ole aina saavuttaneet suosiota.

Yhdistä osaaminen ja menetelmät. Osaamisen ja tietoteknisten me-

netelmien yhdistäminen ja hallinta ovat strateginen menestystekijä. Viimeksi tämä on korostunut yllä mainitun digitalisoitumisen tai virtualisoitumisen yhteydessä. Digitalisoituminen muuttuu kilpailueduksi vasta omaan kontekstiinsa, liiketoimintaympäristöönsä sovitettuna tai viritettynä. Tämä tarkoittaa oikeita työkaluvalintoja, omaan käyttöön räätälöityä CAD, PDM, PLM, ERP, yms. -työkaluinfraa, oikeisiin standardeihin pannotamista, tehokasta mutta joustavaa uudelleenkäyttöä jne.

Jos valmistuksen tai ohjelmistokehityksen osuus on pieni, niin innovoinnin, suunnittelun, rakentamisen, palveluliiketoiminnan ym. osuuksien tulee olla ratkaisevia. Meillä ei ole paljon suuria CAD-, PDM-, PLM-työkaluohjelmien toimittajia, mutta meidän tulee olla eturivin soveltajia, ja joka tapauk-

sessä ylivoimainen tehokkuus, laatu ja joustavuus voi tulla vain näihin työkaluihin liittyvien best practice -käytäntöjen, moduulikirjastojen, korkealaatuisen substanssiosaamisen, taitavasti koodatun tietämyksen ja tehokkaiden toimintaprosessien kautta. Menetelmien, työkalujen ja sovellusalueiden syvä tuntemus on menestymisen avainyhdistelmä. Meidän tulee myös työkalu-, järjestelmä-, standardi-, ja platformirintamalla vahvistaa rooliaamme. Pk-sektorin osalta tämä vaatii yhteistyötä ja suunnitelmallisuutta.

Tarvitaan osaavaa ja kokenutta insinööriä, monipuolista asiantuntemusta. Tähän aihepiiriin kulminoituu keskeisesti se, mitä tarvitaan vaativien ja osaamisintensivisten elementtien Suomessa (ja muissa vanhoissa teollisuusmaissa) pitämiseksi. Samalla tämä on mahdollinen osaratkaisu eläköitymisen aiheuttamaan tietämyksen katoamiseen, sillä parhaimmat työkalut keräävät tietämystä ja tukevat oppimista.

Jalosta tiedolle lisäarvo. Informaation jalostaminen on ehtymätön liiketoimintamahdollisuuksien lähde. Monipuolisen instrumentoinnin tuotamasta ja tehokkaasti varastoidusta datasta yhä suurempi osa jää hyödyntämättä. Kauan sitten asiantuntijoita riitti tulkitsemaan ne mittaukset, mitä oli käytettävissä. Nyt asiantuntijoita vähennetään tuotannosta, mutta datalähteiden ja tallennusmenetelmien kehitys tuottaa ja varastoi kasvavia tietomääriä. Ajasta (sen puutteesta) on muodostunut sekä operatiivisella että johtotasolla kriittinen tekijä, mikä kannattaa hyödyntää liiketoiminnassa. Asiakkaan liiketoimintaa hyödyntävän, mutta yrityksen omaan perusliiketoimintaan liittyvän tiedon hakeminen asiakkaan datalähteistä on hyvä lisäpal-

velu. Asiakkaan ajan puute avaa siihen mahdollisuuden, sillä muuten tieto uhkaa jäädä hyödyntämättä.

Myös järjestelmiin on lisätty huomattavasti monenlaista mittaustiedon käsittelyä, ja on toteutettu pilotointiprojekteja, joissa on testattu yhä uudempiä ja monipuolisempia signaalinkäsittelytekniikoita yhä jalostetumman informaation esiin saamiseksi. Suomessa koulutus ja tutkimusprojektitoiminta tuottavat algoritmien tuntijoita, mutta hyvä ratkaisu käsillä olevaan haasteeseen -asennetta ja työkaluja on huomattavasti vähemmän. Uudehkona piirteensä tiedon tuottamisessa ja integroinnissa ovat valmistuksen- ja toiminnanohjausjärjestelmät, kunnossapitajärjestelmät yms., joiden ansiosta lähes kaikesta toiminnasta jää digitaalinen jälki. Tässä tietovuudessa on rikkauksia ja markkinapotentiaalia, mutta sen liiketoiminnaksi jalostamiseksi tarvitaan ideoita, yritteliäisyyttä ja työtä.

”Information gets a meaning in a context” (tieto saa merkityksensä/arvonsa asiayhteyden mukaan) on abstrakti ilmaisu, mutta se on myös avain informaatiotulvan hallitsemiselle, yritys-, tuote-, henkilö-, asiakas- ja tilannekohtaisesti. Tämän toteuttaminen on huomattavan käsityövaltaista, työlästä ja ymmärrystä edellyttävää tietotyötä, mutta taitavasti toteutettuna yritykset ja toimialatkin saavat tarkoituksiinsa sopivat toiminnanohjausjärjestelmät, uudelleenkäyttöä tukevat suunnittelujärjestelmät, tiedonlouhinnan työkalut, jne. Tätä työtä voivat tehdä sekä isot yritykset että osaavat pienet.

Seuraa alan kehitystä ja standardeja. Tietoon, osaamiseen ja kokeemukseen perustuvat kilpailukyky jo lähtökohtaisesti edellyttää määrätietoista ja jatkuvaa oppimista. Oleellisen poi-

miminen informaatiovirrasta on kasvava haaste suuremmallekin yritykselle. Teknologian haltuunoton kustannukset riippuvat merkittävästi sen kypsyyksistä. Toisaalta aikaisella toiminnalla saavutetaan kilpailuetua. Koulutuspalveluilla on paljon kysyntää teknologioiden ja toimintatapojen murrosaikoina. Tällä alueella palveluntarjoajalla on suurta potentiaalia. Pk-yritykset ovat erityisen vahvoilla erikoisalueilla, joiden markkinapotentiaali ei ole tarpeeksi suuri herättämään suurten toimijoiden kiinnostuksen.

Yksi ajankohtainen instrumentti on Tekesin aktivointihankkeet, joilla herättelee jonkin ajankohtaisen aiheen tai aihealueen ympärillä toimivia pieniä ja keskisuuria yrityksiä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan. Käytännössä hankkeet voivat olla esimerkiksi tietylle yritysjoukolle suunnattuja rahoitushakua, seminaareja, selvityksiä (kuten tämä raportti) tai Tekesin asiantuntijoiden kanssa käytäviä keskusteluja, joissa karotetaan yritysten kehitystarpeita. Yritysten tulee aktiivisesti seurata näitä eritukimuotoja, hyödyntää niitä ja vaikuttaa niiden suuntaamiseen.

Standardoinnin merkitys on voimakkaasti kasvanut alalla viime vuosina. Perinteisesti standardoinnin etuna on pidetty tekniikoiden ja toimintatapojen yhtenäistämistä, mikä edistää yhteensopivuutta, laajojen kokonaisuuksien integrointia ja määrittää esimerkiksi tiettyä minimilaatutasoa. Standardoinnista on tullut kasvavassa määrin suurten yritysten, ja ehkä kansakuntienkin, strateginen väline. Kenttäväylät, ja ehkä muotoutumassa oleva teollisuus-Ethernet-alueet ovat esimerkkejä vahvojen yhteenliittymien dominanssipyrkimyksistä. On monella tavalla etu, että on pari merkittävää standardia samaan tar-

koitukseen, mutta se on samalla myös monelle hyödyntäjälle kustannus. Standardit monesti laajentavat ja luovatkin markkinoita. Koska standardointi on hyvin tärkeää, tuottaa se myös sen ongelman, että standardointiorganisaatioita ja työryhmiä on paljon. Meidän tulisi Suomesta käsin kyetä osallistumaan hyvin valitsemiimme aktiviteetteihin, tai ainakin kyettävä taitavasti valitsemaan ja hyvin ajoittaen soveltamaan tuotteissa ja palveluissa voittajastandardeja. Tämä on erityisen haastavaa pk-sektorin yrityksille yksinkertaisesti resurssipulan takia, ja esim. tutkimuslaitosresursseja voisikin tässä suhteessa hyödyntää.

Automaatioalan standardointia Suomessa hoitavat eniten PSK (www.psk-standardisointi.fi/) ja projektitasolla THTH-yhdistys (www.ththry.org/). Näitä tai vastaavia aktiviteetteja tulisi vahvistaa, jotta Suomen etu ja prioriteetit tulevaisuuden kansainvälisessä standardipelissä saadaan jäsennehtyä ja kuvattua, saamme edustajamme tarvittaviin järjestöihin ja pystyisimme implementoimaan toimintatapamme ja tuotteemme niin, että otamme standardoinnista täyden hyödyn ja kilpailuedun. Standardoinnin edistyminen on mitä suurimmassa määrin myös pien- ja keskisuurten yritysten etu, sillä avoimuus ja yhteensopivuus lisäävät merkittävästi uusien toimijoiden mahdollisuuksia. Standardien hallitseminen on kilpailuetu.

Hyödynnä mobiili- ja selainpohjaisia ratkaisuja. Nokian nousu maailman kiistatta suurimmaksi matkapuhelinten valmistajaksi on ollut lähes uskomaton menestystarina. Tietenkin on todettava, että kännykät ovat jo vuosia sitten tulleet teollisuudenkin ihmisten työ- ja arkikäyttöön; toki ennen muuta puhelimina, jolloin työssä hyödyntämi-

nen on jäänyt käyttäjien itsensä varaan. Matkapuhelinten monipuolistuessa niihin on toteutettu yhä enemmän yhteyksiä teollisuuden tietojärjestelmiin (mittaustietojen keruu ja esittäminen, hälytysten reitittäminen kännykkään, työtehtävistä kommunikoinnit toiminnanohjaukseen, ym.). Yhä enemmän on myös laitteita, koneita, tuotantolinjoja jne., joissa kommunikointi tapahtuu kännykkämoduulin ja mobiiliverkon kautta, tosin yleistyminen on ollut odotettua hitaampaa. Mm. teollisuuden erityyppisten hand held -laitteiden korvaaminen kännyköillä ja sopivila ohjelmistoilla tarjoaisi kätevän ja kustannustehokkaan vaihtoehdon erillisilaitteille. Nämä sovellukset ovat tyypillisesti myös pk-yritysten liiketoimintaa.

Palveluiden merkitys on mobiilimarkkinoilla sittenkin vasta yleistymässä kunnolla. GPS-paikannus ja karttatietojärjestelmät, kuvapaikannus ja muut kamerapohjaiset sovellukset, mittaus-ten integrointi puhelimeen, future internet, ym. tarjoavat nykyiseen nähden monin verroin enemmän tarttumakoh- tia sekä vanhoille että vielä oivallettavil- le automaatiosovelluksille. Mobiilialalla on hyvä standardoinnin tila, paljon avoi- men innovaatioiden toimivia käytäntöjä jne., mikä on omiaan tarjoamaan pk-toi- mijoillekin, mukaan lukien uudet yrittä- jät, hyviä liiketoimintamahdollisuuksia. Vastaavasti selainpohjaisilla ratkaisuil- la on paljon hyödyntämismahdollisuuksia. Voi olla, että moni vanhoihin perin- teisiin nojaava automaatioalan toimija ei ole täysin tiedostanut esim. GSM-pohjai- sen ja selainkäyttöliittymällä toteutetun etähallinnan helpoutta ja kustannuste- hokkuutta. Niinpä on vielä oivaltamatta mahdollisuuksia oman liiketoiminnan pelisääntöjen uudistamiseksi ja toimin- nan tehostamiseksi.

7.3 Toimenpiteet

Kun yritys lähtee kehittämään liiketoi- mintansa, sillä on erilaisia vaihtoehto- ja, kuten:

- toiminnan laajentaminen uusille markkinoille
- uudet tai entistä paremmat tuotteet ja palvelut
- oman toimintaprosessin ja sitä kautta kannattavuuden parantaminen
- käytettävien resurssien (ihmisten, työkalujen) kehittäminen.

Näistä ensimmäinen tarkoittaa usein kansainvälistymistä ja verkottumista. Uusien tuotteiden ja palveluiden mah- dollistajana on yleensä uuden teknolo- gian haltuunotto ja soveltaminen, tai palveluihin panostaminen, mutta se onnistuu myös verkottumalla. Kaksi vii- meistä vaihtoehtoa liittyvät yrityksen johtamiseen. Seuraavassa esitetään toi- menpide-ehdotuksia siitä, mitä auto- maatiokentän eri toimijoiden tulisi teh- dä vahvistaakseen asemaansa:

Maahantuojat:

- *Kasvatettava päämiesten lukumää- rää.* Riippuvuus yhdestä päämie- hestä on yksinkertaisesti suuri riski.
- *Liittouduttava strategisesti tärkei- den toimijoiden kanssa.*
- *Lisättävä tuotteisiin oheispalveluja.*

Laitte- ja ohjelmistovalmistajat:

- *Kansainvälistyttävä.* Kotimaasta on mahdollista saada hyviä referens- sejä, mutta Suomen markkinat ovat useimmiten liian pienet kas- vulle. Teknologia itsessään on kan- sainvälistä, mutta asiakkaiden tun- temiseen, erillaiseen lokalisointiin, monikielisyys, monikulttuuri-

suuteen jne. liittyy paljon haasteita ja opittavaa. Pienyritysten kansain- välistymiseen saa julkista tukea.

- *Verkotuttava.* Tuotetarjonnan laa- jentamiseksi on hyvä saada sovel- tuvia kumppaneita täydentämään omaa tarjontaa (tekninen näkökul- ma). Myyntiyhteistyö eri markkina- alueilla on yleensä välttämätöntä (kaupallinen näkökulma).
- *Tarjottava laitteisiin oheispalveluita.* Palveluilla otetaan isompi rooli tai vastuu asiakkaan liiketoiminnas- ta. Saadaan volyymia kasvatettua ja olemalla lähempänä asiakasta tarjoutuu runsaammin tilaisuuksia oppia asiakkaan tarpeita ja ongel- mia paremmin.
- *Panostettava standardeihin ja yhteensopivuuteen.*

Palveluntarjoajat:

- *Ymmärrettävä asiakkaan liiketoi- mintaa.* Kommunikointi ja kaikin- puolinen informointi on elintär- keää.
- *Erikoistuttava.*
- *Verkotuttava.* Tavoitteena oman palvelutarjonnan monipuolistami- nen ja myynnin tehostaminen.
- *Laajennettava asiakaskuntaa ja markkina-aluetta*
- *Rakennettava ratkaisukeskeisiä mo- dulaarisia tuotteita,* jotka ovat hel- posti räätälöitävissä eri asiakkaille
- *Pyrittävä pidentämään palveluiden elinkaarta.*

Tutkimusorganisaatiot:

- *Lisättävä yrittäjyyttä* (spin-off-toi- mintaa). Tutkijat ovat usein aitiopai- koilla näkemään teknologioiden murroskohtia. Onnistunut tutki- musprojekti tulee nähdä ponnah- duslautana omalle menestyvälle

yritykselle. Tutkimusorganisaatioiden on tarjottava yhä pehmeämpää tapoja siirtä tutkimusta yrittäjäksi, ja tilanteen mukaan palata tutkijaksi.

- *Uusittava ja tarjottava koulutuspalveluita.* Henkilöstön koulutus on kasvava tarve myös pk-yrityksissä. Paitsi että on tärkeää pysyä teknologiassa ajan tasalla, tämäkin selvitys on nostanut esiin kansainvälistymis- ja verkottumistaitojen koulutuksen tarpeita. Koulutuspalveluiden tarjoaminen on monelle tutkijalle sopiva yrittäjyyden muoto.
- *Laajennettava tutkimusintressejä ennakkoluulottomasti uusille sovellusalueille ja verkotuttava.*

Pk-yritykset ovat määritelmänsä mukaan resursseiltaan rajallisia. Niiden resurssit eivät yksin riitä suuriin asiakastoimituksiin tai tuotekehityssponsistuksiin. Yritykset toimivat usein kapealla markkina-alueella tai ovat pitkälle erikoistuneet. Tällöin yhteistyö ja verkottuminen ovat tärkeitä edellytyksiä tuotteiden ja toimintaprosessien kehittämiseksi ja markkinoiden laajentamiselle. Määrätietoinen, verkottunut toimintatapa auttaa myös kansainvälistymisessä. Verkostoja on aktiivisesti etsittävä ja muodostettava. Yhteistoimintaa, innovointiakin, on harjoitettava, aluksi helppoin teemoin, joissa onnistumisia on varmemmin luvassa, ja tilaisuuden tullessa – monesti ennemmin kuin odotettiin – tositoimissa.

Perinteiset automaation markkinat teollisuudessa ovat pienentyneet. Uusia sovellusaloja on etsittävä määrätietoisesti. Mahdollisuuksia voi löytyä korkean lisäarvon erikoistuotteista ja palveluista, joita tarvitaan globaaleilla markkinoilla. Erityisesti palvelui-

den osuuden lisäämistä tulee jokaisen pk-yrityksen miettiä. Markkinapotentiaalia löytyy myös halvemmista tuotteista, kuten koti- ja palveluautomaateista, joita käyttävät suuret ihmisjoukot, lähellä tai kaukana. Nopeasti kehittyvät sovellusalueet, esim. energia- ja ympäristötekniikka, sekä edulliset tietotekniikan ja kulutuselektroniikan ratkaisut – kuten langattomat anturit, etähallinta, web-pohjaiset sovellukset, kamera-tekniikat – tarjoavat ketterille, kooltaan pienemmille hyödyntäjille etua suuriin automaatioyrityksiin verrattuna.

Pk-sektori tarvitsee auttavaa infrastruktuuria moninaisesti tarpeisiin kuten koulutus, markkinointi, juridiikka, ajan tasalla pysyminen, standardit, ICT. Monesti apu on yhtä kuin kyseistä palvelua tuottava pienyritys, mutta luovuus on tässäkin asiassa tärkeää, voi esim. hyödyntää ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen oppilastöitä. On selvää, että toiset aiheet tarvitsevat järeämpää ja kansallista tukea. Standardeista hyötyminen ja tiekarttatoiminta sopivat parhaiten VTT:lle tai kansallisille yhdistyksille, mutta resurssit on järjestettävä vastaavasti.

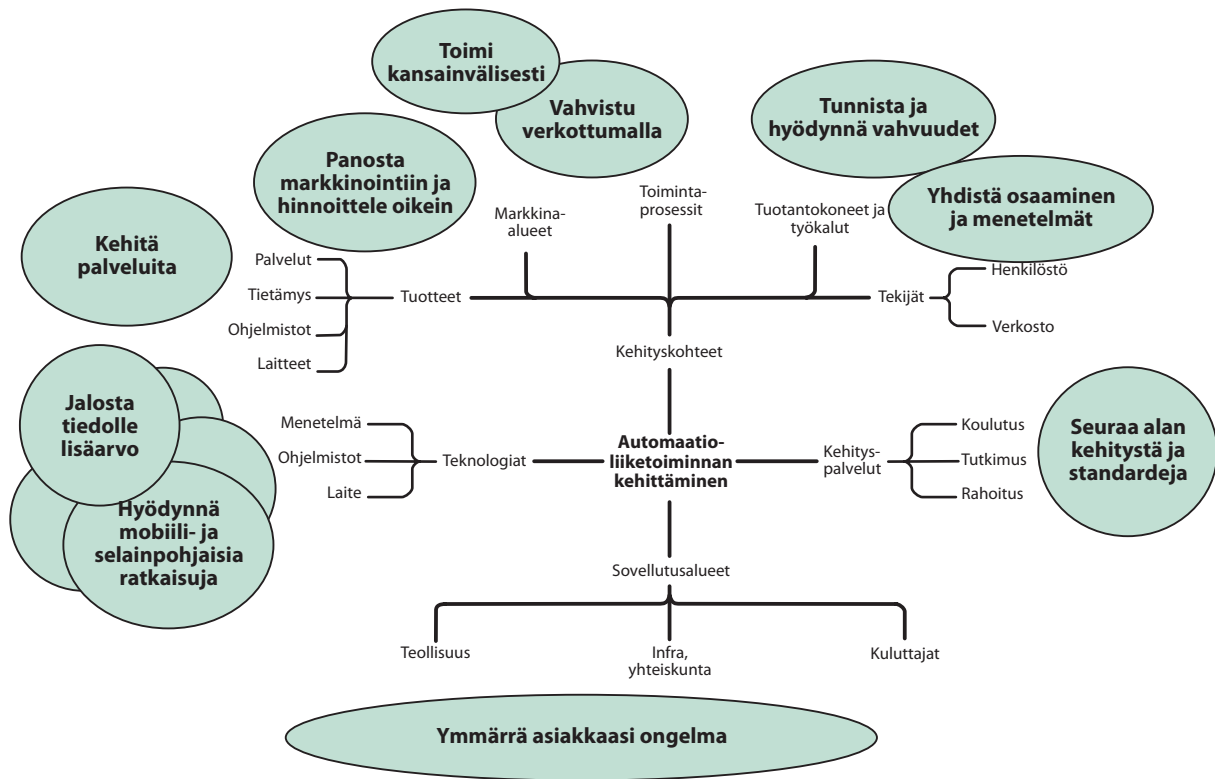
Yrityksen on äärimmäisen tärkeää seurata itselle keskeisen teknologioiden kehittymistä. Innovaatiot syntyvät teknologioiden ja osaamisen rajapinnoilla, joten myös muuta kehitystä tulee ymmärtää ja tilaisuuden tullen rohkeasti soveltaa. Tätä ajan tasalla pysymistä tukee teknologiaohjelmien yhteydessä käynnistetty tiekarttatoiminta. Nämä roadmapit jäävät harmillisen usein kertaponnistuksiksi ja vanhenevat. Tiekarttadokumentteja on myös vapaasti luettavissa internetistä, mutta ne eivät välttämättä sovellu suomalaisen niche-kirjoon. Pk-sektori hyötyisi konkreettisista tiekartoista liittyen

omiin veturiasiakkaisiin, asiakkaan asiakkaisiin ja mahdollistaviin teknologioihin. Keskeisillä toimialoilla, kuten automaatio, olisi organisoitava systemaattista tiekarttatoimintaa. Monia muitakin alan haasteita olisi luontevaa ratkoa roadmap-tilaisuuksien yhteydessä. Tällainen yhteistoiminta olisi luonnollinen osa tavoitetta, jota voisi kutsua suomalaisiksi tavaksi toimia. Syntyisi vahva, osaamistaan aktiivisesti ylläpitävä, kotimaan etua ajava, mutta samalla määrätietoisesti kansainvälistyvä, suomalaisten automaatioalan toimijoiden verkosto.

Tutkijoiden siirtymistä yrittäjiksi tulisi edistää kaikin tavoin. Toki asiassa ollaan oikealla tiellä, kun projektisuunnitelmiin kirjoitetaan jokunen lause tavoiteltujen tulosten hyödyntämisestä ja projekteihin osallistuu yrityksiä rahoittamassa pienellä osuudella ja seuraamassa projekteja. Mutta ei saisi tyytyä vain retorisesti pyytämään tutkijoita kirjoittamaan potentiaalisesta hyödyntämisestä, vaan sitä pitäisi vakavasti ja määrätietoisesti tyrkyttää tutkijoille. Pitäisikin muodostua käytännöksi, että aina kun tutkimusprojekteissa raportoidaan tuloksia, esimerkiksi teknologiaohjelman johtoryhmä arvioisi potentiaalia, kuinka lähellä tai kaukana tulosten kaupallinen hyödyntäminen on. Tilanteen mukaan lähdetäisiin kannattelemaan tutkijoita yrittäjiksi. Uuden osaamisen hyödyntämisessä on autettava kaikin keinoin eteenpäin. Tarvittava kipinä yrittäjyyteen syntyy asiaan tutustumalla, esim. sopivien mentoreiden kautta.

Pk-yritysten tulee perehtyä ja tehokkaasti hyödyntää Suomen innovaatiojärjestelmää. Tekesin aloittamat aktiivintehankkeet ovat hyvät ajankohtainen esimerkki tarjolla olevasta tuesta.

Kuva 59. Herätteitä automaatioalan pk-yrityksen liiketoimintasuunnitelman päivittämiseen.



On myös huolehdittava, että suurille yrityksille suunnattujen t&k-ohjelmien, kuten SHOK-ohjelmat, liepeille voi kasvaa merkittäviä pk-verkostoja. Mukaan lähdön on oltava pk-toimijoiden ulottuvilla ja niiden reuna- tai suorastaan elinehtoihin sopivia.

Automaatioala on murroksessa monessakin mielessä. Murros voi viedä pohjan liiketoiminnalta, mutta se myös kääntää maan uudelle kasvulle. Yrityksen on hyvä varautua uhkaan, mutta menestyäkseen kannattaa ennen kaik-

kea hakea uusia mahdollisuuksia. Informaatio ja kommunikointi ovat perusedellytyksiä liiketoiminnan uudelleenarvioinnille. On aika ryhtyä yritystä itseään koskevaan kehityskeskusteluun. Kuva 59 antaa siihen herätteitä.

Lähdeviitteet

- Ahola E. & Palkamo A. (toim.). 2009. Megatrendit ja me. Tekes katsaus 255/2009, Helsinki (ISSN 1797-7339, ISBN 978-952-457-479-2, http://www.tekes.fi/document/42973/megatrendit_pdf - Viitattu 7.2.2010)
- Ahola, J., Ahlqvist, T., Ermes, M., Myllyoja, J., Savola, J., ICT for Environmental Sustainability - Green ICT Roadmap, VTT TIEDOTTEITA – RESEARCH NOTES 2532, 2010.
- Alahuhta, P., Jurvansuu, M., Pentikäinen, H., 2004: "Roadmap for Network Technologies and Services, Technology Review 162/2004, Tekes, Helsinki.
- Alatalo, J., Tuomaala, M., TEM analyseja 6/2008: Alueelliset rakennemuutokset
- Ali-Yrkkö, J., (2006): Ulkoistus ja toimintojen siirrot Suomesta ulkomaille – katsaus 2000-luvun alun tilanteesta. Keskusteluaiheita no 1059, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA
- Ali-Yrkkö, J., Rikama, S., (2008): Intia ja vanha EU vetävät palveluja, Kiina ja uusi EU teollisuutta. Tieto & trendit, huhtikuu 2008, Tilastokeskus
- ARC Advisory Group 2009: Supplier Provided Automation Services Worldwide - Five-year Market Analysis and Technology Forecast through 2013, May 2009
- Arina 2009, Digitaaliset ekosysteemit muutoksen tekijänä, <http://www.slideshare.net/infe/digitaaliset-ekosysteemit-muutoksen-tekijn-presentation> - Viitattu 23.3.2010
- Aro, P., Harjo, P., Kainulainen, A., Linnavuo, M., Pakarinen, T., Viitala, S.: Teknologia-avusteisia asumissovelluksia senioreille, Espoo, Suomi 2008, (webjulkaisu <http://www.sotera.fi/pdf/TAAS-raportti%20web.pdf>)
- Automation World, Providing Automation Services Globally - Automation Vendors Compete to Deliver Services as their Customers Expand Across the Globe, Automation World, July 2007
- Autosar 2010, <http://www.autosar.org> - Viitattu 1.2.2010
- BACnet Organization. 2010. <http://www.bacnet.org> - Viitattu 23.2.2010.
- BAFF (Building Automation Forum in Finland), 2010, <http://www.automaatioseura.fi> - Viitattu 23.2.2010.
- Bergman, J.-P., Karhumäki, T., Keikko, T., Komulainen, R., Kassi, T., Lankila, M., Lehtinen, H., Partanen, J., Poikonen, P., Rinne, P., Valkealahti, S., Ventä, O., Wahlström, B., 2006, Teknologiaohjelma DENSY - Hajautetun energiantuotannon tulevaisuusskenaariot ja vaikutukset liiketoimintamalleihin. Lapteenranta, Technology Business Research Center Lapteenranta. 139 s. + liitt. 5 s. Tutkimusraportti 9 (ISBN 952-214-157-7; 952-214-158-5 <https://oa.doria.fi/handle/10024/31061> - Viitattu 7.2.2010)
- Björkman, K., Frits, J., Valkonen, J., Heljanko, K., and Niemelä, I. Model-based analysis of a stepwise shutdown logic. VTT Working Papers 115, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2009. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2009/W115.pdf>
- Bryson, J. R., P. W. Daniels, B. Warf., Service worlds: People, technology, organizations. Routledge. London, 2004
- Builconn Connectivity Week. 2009. <http://www.builconn.com/2009> - Viitattu 23.2.2010.
- Clarke, E.M.Jr, Grumberg, O. ja. Peled, D. A., Model Checking, The MIT Press, 1999.
- CORDIS 2010, http://cordis.europa.eu/home_en.html - Viitattu 5.3.2010
- Datamonitor: Global Control Systems, Industry Profile, Reference code 0199-0670, July 2009.
- DENSY 2007. DENSY – Distributed Energy Systems 2003–2007, final report. Tekes, Technology Programme Report 11/2007.
- EC, Monitoring and Control: Today's market and its evolution till 2020, Final report of the study SMART 2007/047, European Commission Information society and media, 336 s.
- EC, Monitoring and control: today's market, its evolution till 2020 and the impact of ICT on these, Workshop 9th of October 2008, European Commission Information Society & Media (<http://www.decision.eu/smart2007.htm>).
- Fayyad, U.M., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., Uthurusamy, R., Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, MIT Press, 1996.

- FIATECH 2010, Capital Projects Technology Roadmap, <http://fiatech.org/tech-roadmap/roadmap-deliverables.html> - Viitattu 5.3.2010
- Frost & Sullivan, EMEA Automation and Control Solution Services Market, M370-10, May 2009.
- Frost & Sullivan, Economic Outlook for the European Automation and Control Solutions Market, May 2009.
- Frost & Sullivan, Global Economic Outlook, Global Economies Bottoming Out in Early 2009: Automation Markets To Sustain Growth Through Slowdown, N581-10, February 2009.
- Fürst, S., 2008, AUTOSAR - An open standardized software architecture for the automotive industry. 1st AUTOSAR Open Conference & 8th AUTOSAR Premium Member Conference, October 23rd, Detroit, MI, USA. (http://www.autosar.org/download/conferencedocs/03_AUTOSAR_Tutorial.pdf, - Viitattu 1.2.2010)
- GERA, Global Entrepreneurship monitor: 2008 Executive Report, Global Entrepreneurship Research Consortium (GERA)
- Hand, D., Mannila, H. ja Smyth, P., Principles of Data Mining, MIT Press, 2001.
- Hofstede, A.H.M., Aalst, W.M.P., Adams, M., Russell, N. (Eds.) Modern Business Process Automation: YAWL and its Support Environment, 2009
- Iversen, W., Operator Training Simulators to the Rescue, Automation World, December 2009 (p.22).
- Kalmar 2010, <http://www.kalmarind.com/show.php?id=1216766> - Viitattu 8.2.2010.
- KNX Assosiation, <http://www.knx.org> - Viitattu 23.2.2010.
- Kuussaari, M., Lindblad, P., Isoniemen sähköaseman käytövalvontateknikka, Automaatioväylä, 2/2010, s.11-13.
- Laine, S., Using visualization, variable selection and feature extraction to learn from industrial data, Doctoral thesis, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, 2003.
- Lempiäinen, J., MASINA – Koneenrakennuksen teknologiaohjelma 2002-2007, Teknologiaohjelmaraportti 4/2008, Loppuraportti, Tekes 2008.
- LonMark International. 2010. <http://www.lonmark.org> - Viitattu 23.2.2010.
- Maglio, P.P., Spohrer, J., Fundamentals of service science, J. of the Acad. Mark. Sci. (2008) 36:18–20.
- Malm, T., Viitaniemi, J., Marstio, I., Toivonen, S., Koskinen, J., Venho, O., Salmi T., Laine, E. ja Latokartano, J. Vuorovaikutteisen robotiikan turvallisuus. Suomen Robotiikkayhdistys Ry. 116 s. + liitt. 72, 2008.
- Manufuture 2010, Manufuture Strategic Research Agenda, http://www.manufuture.org/manufacturing/?page_id=10 - Viitattu 5.3.2010
- MASI, 2009, Tekesin MASI - Mallinnus ja simulointi – ohjelma, <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/MASI/fi/etusivu.html> - Viitattu 5.3.2010
- Mintchell, G., Say Good-bye To a Tough Year For Automation, Automation World, Dec 2009, p.8.
- Moisio, J., 2005, Tuotteista palvelusi – tiedät mitä myyt tai ostat, <http://www.qualitas-fennica.fi/upload/media-498977602e004.pdf> - Viitattu 24.2.2010
- Nuortio, E., Käytönvalvonta ja kaukokäyttö, Automaatioväylä, 2/2010, s. 8-9.
- ON World Inc., WSN for Smart Industries, Executive summary, 2007 ON World Inc., <http://www.onworld.com/smartindustries/index.html> - Viitattu 5.3.2010
- OPC, 2009, www.opcfoundation.org
- Pietiläinen, J., Kauppinen, T., Kovanen, K., Nykänen, V., Nyman, M., Paiho, S., Peltonen, J., Pihala, H., ToVa-käsikirja. Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. 2007. Espoo: VTT. (VTT Tiedotteita 2413). ISBN 978-951-38-6969-4.
- Ranne, A., 2001. Multi Supply Plant. Sähkö ja kylmä. Espoo, VTT Energy. 114 s. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes; 2097 (ISBN 951-38-5826-X; 951-38-5827-8 <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2097.pdf>, - Viitattu 7.2.2010)
- Savioja, P., Järvinen, P., Karhela, T., Siltanen, P., Woodward, C., Developing a mobile, service-based augmented reality tool for modern maintenance work. Second International Conference, ICVR 2007. Held as part of HCI International 2007. Beijing, China, 22-27 July 2007. Lecture Notes in Computer Science. Volume 4563. Virtual Reality. Springer. Berlin - Heidelberg (2007), 554-563.
- Seppälä, L., Kaukovalvonta kunnossapidon toiminnanohjauksessa – tapausesimerkinä pienpuhdistamot, Aalto-yliopiston Teknillinen korkeakoulu, Koneenrakennustekniikan laitos, Diplomityö, maaliskuu 2010, 69 s.
- Seppänen, M., Kouri, I., LiVe – Verkostojen toiminnanohjauksen nykytilan analyysi, e-Business Research Center, RESEARCH REPORTS 8, 2003, 50s.
- Scheer, A.W., Abolhassan, F., Jost, W., Kirchmer, M., (Eds), Business Process Automation, 2004
- Simantics, <https://www.simantics.org/simantics> - Viitattu 12.3.2010.
- Spohrer, J., Maglio, P.P., The emergence of service science: toward systematic service innovations to accelerate co-creation of value, Production and Operations Management, May 1, 2008
- Strömman, M., Peltola, J., Koskinen, O., Hirvonen, J., Hukki, K., Tommila, T., Laitinen, O., Kuikka, S. 2017 – onko Suomessa automaatio suunnittelua? Automaatio07 seminaaripäivät, Suomen Automaatioseura Crown Plaza, Helsinki, Finland, 27-28.3.2007.

- Söderman, J., Prosessi-integraatio 2000-2004, Teknologiaohjelma-raportti 3/2005, Loppuraportti, Tekes 2005.
- Talotekniikka-lehti, 2009, <http://www.talotekniikka-lehti.fi> - Viitattu 23.2.2010.
- Techcast, 2010, <http://www.techcast.org/Forecasts.aspx> - Viitattu 7.2.2010
- Tekes, Drive for Future Software Leverage - The Role, Importance and Future Challenges of Software Competences in Finland, 262/2009, www.tekes.fi
- SBES, World Technology Evaluation Center, Inc., 2009, <http://www.wtec.org/sbes/> - Viitattu 5.3.2010.
- Valkonen, J., Tommila, T., Jaakkola, L., Wahlström, B., Koponen, P., Kärkkäinen, S., Kumpulainen, L., Saari, P., Keskinen, S., Saaristo, H., Lehtonen, M. Paikallisten energiasurssien hallinta hajautetussa energijärjestelmässä, VTT Tiedotteita 2284, 2005. ISBN 951-38-6532-0; 951-38-6533-9, Espoo. 87 s. + liitt. 58 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2284.pdf>
- Valkonen, J., Karanta, I., Koskimies, M., Heljanko, K., Niemelä, I., Sheridan, D., Bloomfield, R.E., NPP Safety Automation Systems Analysis - State of the Art, VTT Working Papers 94, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2008-1, 62 p. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2008/W94.pdf>
- Valkonen, J., Pettersson, V., Björkman, K., Holmberg, J.-E., Koskimies, M., Heljanko, K., Niemelä, I. Model-Based Analysis of an Arc Protection and an Emergency Cooling System. VTT Working Papers 93, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2008-2, 54 p. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2008/W93.pdf>
- Veikkolainen, M. Ratkaisuliiketoiminta – Hitsauslaitevalmistajan näkökohdista. Luento 2.2.2010 kurssilla Laajennetun tuotteen tietotekniikka. Aalto-yliopisto, Teknillinen korkeakoulu, Automaatio- ja systeemitekniikan laitos.
- Weil, M., Automation Profession Faces Transition into Complexity and Opportunity, Automation World, January 2010 (p.9)
- Ventä, O., ÄLY – Älykkäät automaatiojärjestelmät 2001-2004, Teknologiaohjelmaraportti 4/2005, Loppuraportti, Tekes 2005.
- Vilmi Oy, 2009, Infoa Vesi ja Viemäri-laitosyhdistyksen kehittämisrahaston tukemasta
- hankkeesta ”vesihuollon avoin automaatio”, http://www.vilmi.com/automaatio/avoimen_automaation_hankesuunnitelma.pdf, Viitattu 17.3.2010
- Välkkynen, P., Tilakäyttöliittymät viihteellisissä jaetuissa virtuaaliympäristöissä. Teoksessa: Kaasinen & Norros (toim.) Älykkäiden ympäristöjen suunnittelu – Kohti ekologista systeemijättelua. Teknologiateollisuus, Tampere, 2007
- ÅF 2010, <http://www.afconsult.com/en/Services/Project-planning-and-project-engineering/38430/38418/38424/> - Viitattu 12.1.2010

Liite A. Kyselytutkimuksen yhteenveto

Kysely lähetettiin 1924 sähköpostiosoitteeseen, jotka oli kerätty Suomen Automaatioseura ry:n ja Suomen Mittaus- ja Sääätöteknillinen Yhdistys ry:n avustuksella. Näistä 803 tuli tutustumaan kyselyyn ja 697 vastasi kyselyyn, jolloin vastausprosentiksi saatiin 36,2 %. Ensimmäisten vastausten perusteella valittiin 322 vastaajan kohderyhmä, joille esitettiin varsinainen kysely.

Vastaajien taustamuuttujat ja näytemäärät

Ammattiasema:	N	%
Alempi toimihenkilö	42	13,0
Ylempi toimihenkilö	174	54,0
Keskijohto	37	11,5
Ylempi johto/toimitusjohtaja	52	16,1
Muu	17	5,3
Vastauksia yhteensä	322	100,0

Missä tehtävissä toimii pääosin:	N	%
Myynti ja hankinnat	42	13,0
Ylin johto, automaatio-osaston johto	37	11,5
Tutkimus & tuotekehitys	52	16,1
Projektipäällikkö / projektin johto	33	10,2
Asennus, kunnossapito kokoonpano	17	5,3
Suunnittelu, IT & ohjelmointi, konfigurointi, tekninen tuki, testaus	86	26,7
Konsultointi & koulutus	30	9,3
Muussa	25	7,8
Vastauksia yhteensä	322	100,0

Yrityksen taustamuuttujat ja näytemäärät

Yrityksen positio automaatioyhteisössä	N	%
tutkimuslaitos, koulutus	56	17,6
maahantuonti ja myynti	44	13,8
Palveluntarjoaja	130	40,8
loppukäyttäjä tai muu	89	27,9
Vastauksia yhteensä	319	100,0

Liikevaihto yrityksessä, jossa työskentelen:	N	%
pienempi kuin 100 000 EUR	4	1,3
välillä 100 000 – 500 000 EUR	25	7,8
välillä 500 000 – 5 milj. EUR	77	24,1
suurempi kuin 5 milj. EUR	214	66,9
Vastauksia yhteensä	320	100,0

Henkilöstömäärä koko yrityksessä, jossa työskentelen:	N	%
alle 5 henkilöä	18	5,6
välillä 5–50 henkilöä	73	22,7
välillä 50–500 henkilöä	72	22,4
yli 500 henkilöä	159	49,4
Vastauksia yhteensä	322	100,0

Kyselyn kokonaistulokset

Automaation uudet trendit ja teknologiat – Mikä on niiden merkitys toimialallasi? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.2	2.6
Suurten tietomäärien käsittely	2.5	2.7
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.6	2.8
Älykkäät anturit	2.3	2.6
Hajautettu automaatio	2.3	2.5
Web-pohjaiset automaatiotratkaisut	2.1	2.4
Standardoinnin kehittyminen	2.4	2.6
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	2.1	2.4
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.4	2.6
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	1.8	2.2
Software-as-a-service	1.9	2.2
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.3	2.6
Verkottunut toiminta	2.3	2.6

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.4	2.5
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.8	2.7
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.6	2.7
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	1.9	2.0
Työkaluyhteensopivuus	2.2	2.3
Tuotteistus	2.3	2.2
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.2	2.4
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.2	2.3
Yrityksen kasvun hallinta	1.9	2.1
Kova kilpailu	2.5	2.6
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.5	2.6
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.1	2.2
Verkostoituminen	2.1	2.2
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.3	2.6
Kannattavuus	2.5	2.6

Mikä on automaation osuus liiketoiminnasta?	tällä hetkellä 1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	3–5 vuoden kuluttua 1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi
omaa tuotekehitystä automaation alalla	2.6	3.4
automaation vientitoimintaa	2.3	3.7
ohjelmistojen maahantuontia	1.6	3.2
laitteiden maahantuontia	2.0	3.4
järjestelmien maahantuontia	1.7	3.5
muuta maahantuontia	1.2	3.1

Mikä on omien tuotteiden osuus liiketoiminnasta? 25 % 50 % 75 % 100 %	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
	2.9	2.7

Yrityksellä on Suomen ulkopuolella: 1. 0 % 2. 25 % 3. 50 % 4. 75 % 5. 100 %	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
tuotantoa	2.1	2.6
tuotekehitystä	1.6	1.8
suunnittelua	1.7	2.0
muuta alihankintaa	1.7	1.8

Miten montaa ulkomaista päämiestä yritys edustaa? 1–4 5–9 10 tai useampaa	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
	1.7	1.8

Mitä alla olevista myytte automaation alalla ja mikä on näiden osuus liike-toiminnastanne Suomessa?	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
	1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi
Ohjelmistot	2.4	3.2
Laitteistot	2.6	3.1
Järjestelmät	2.5	3.4
Suunnittelu	2.6	3.2
Kunnossapito	2.0	3.4
Asennus	1.9	3.1
Projektinhallinta	2.6	3.3
Varastonhallint./Varastointi	1.7	3.1
Muuta	1.6	3.3

Mitä alla olevista myytte automaation alalla ja mikä on näiden osuus liike-toiminnastanne Suomen ulkopuolella?	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
	1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi
Ohjelmistot	2.1	3.4
Laitteistot	2.2	3.3
Järjestelmät	2.2	3.4
Suunnittelu	2.1	3.4
Kunnossapito	1.8	3.3
Asennus	1.6	3.2
Projektinhallinta	2.1	3.3
Varastonhallint./Varastointi	1.4	3.1
Muuta	1.1	3.2

Onko yrityksellä yhteistyötä?	tällä hetkellä	3–5 vuoden kuluttua
1. ei lainkaan 2. jonkin verran 3. merkittävästi		
Ammattikorkeakoulujen kanssa	1.7	1.8
Yliopistojen kanssa	1.9	2.1
Tutkimuslaitosten kanssa	1.8	2.0

Ristiintaulukointeja vastaajan taustoihin

Automaation uudet trendit ja teknologiat - Mikä on niiden merkitys toimialallasi tällä hetkellä? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	Myynti ja hankinnat	Ylin johto, automaatio-osaston johto	Tutkimus & tuotekehitys	Projekti-päällikkö / projektin johto	Asennus, kunnossapito kokoonpano	Suunnittelu, IT konfigurointi, tuki, testaus	Konsultointi & koulutus	yht.
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.3	2.1	2.2	2.2	1.8	2.0	2.3	2.2
Suurten tietomäärien käsittely	2.5	2.4	2.6	2.6	2.2	2.4	2.3	2.5
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.7	2.6	2.5	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6
Älykkäät anturit	2.4	2.2	2.3	2.3	2.4	2.2	2.3	2.3
Hajautettu automaatio	2.3	2.4	2.2	2.4	2.2	2.4	2.4	2.3
Web-pohjaiset automaatoratkaisut	2.1	2.2	1.9	2.1	1.9	1.9	2.3	2.1
Standardoinnin kehittyminen	2.4	2.3	2.5	2.6	2.3	2.4	2.6	2.4
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	1.9	2.2	2.4	2.1	1.8	2.1	2.3	2.1
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.6	2.4	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.4
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	1.7	1.9	2.0	1.7	1.6	1.6	2.0	1.8
Software-as-a-service	2.0	1.9	1.8	2.0	1.7	1.8	1.9	1.9
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.3	2.4	2.4	2.4	2.3	2.2	2.5	2.3
Verkottunut toiminta	2.3	2.6	2.3	2.4	2.1	2.1	2.5	2.3

Automaation uudet trendit ja teknologiat - Mikä on niiden merkitys toimialallasi 3-5 vuoden kuluttua? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	Myynti ja hankinnat	Ylin johto, automaatio-osaston johto	Tutkimus & tuotekehitys	Projekti-päällikkö / projektin johto	Asennus, kunnossapito kokoonpano	Suunnittelu, IT konfigurointi, tuki, testaus	Konsultointi & koulutus	yht.
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.7	2.6	2.5	2.5	2.6	2.6	2.8	2.6
Suurten tietomäärien käsittely	2.8	2.7	2.8	2.8	2.5	2.6	2.5	2.7
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.8	2.7	2.8	2.8	3.0	2.8	2.7	2.8
Älykkäät anturit	2.7	2.6	2.5	2.6	2.7	2.5	2.7	2.6
Hajautettu automaatio	2.6	2.5	2.4	2.6	2.7	2.5	2.7	2.5
Web-pohjaiset automaatoratkaisut	2.2	2.5	2.0	2.4	2.6	2.4	2.7	2.4
Standardoinnin kehittyminen	2.6	2.5	2.6	2.6	2.7	2.5	2.7	2.6
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	2.3	2.5	2.6	2.4	2.1	2.5	2.5	2.4
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.7	2.7	2.6	2.7	2.6	2.5	2.5	2.6
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	2.0	2.1	2.2	2.1	2.3	2.1	2.2	2.2
Software-as-a-service	2.1	2.2	2.1	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.4	2.6	2.6	2.7	2.5	2.6	2.7	2.6
Verkottunut toiminta	2.5	2.7	2.5	2.6	2.6	2.4	2.7	2.6

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet tällä hetkellä? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	Myynti ja hankinnat	Ylin johto, automaatio- osaston johto	Tutkimus & tuote- kehitys	Projekti-päällikkö / projektin johto	Asennus, kunnossapito kokoonpano	Suunnittelu, IT konfigu- rointi, tuki, testaus	Konsultointi & koulutus	yht.
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.4	2.4	2.1	2.5	2.8	2.4	2.2	2.4
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.9	2.8	2.6	2.8	2.9	2.8	2.5	2.8
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.6	2.6	2.7	2.7	2.9	2.6	2.8	2.6
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	1.9	1.9	1.9	2.0	2.5	2.0	1.8	1.9
Työkaluyhteensopivuus	2.0	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3	2.4	2.2
Tuotteistus	2.3	2.3	2.2	2.3	2.1	2.1	2.3	2.3
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3	2.1	2.1	2.2
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.4	2.1	2.2	2.2	2.1	2.0	2.2	2.2
Yrityksen kasvun hallinta	1.8	2.1	1.7	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9
Kova kilpailu	2.8	2.6	2.3	2.5	2.8	2.5	2.2	2.5
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.5	2.5
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.1	2.1	1.9	2.3	2.3	2.1	2.0	2.1
Verkostoituminen	2.2	2.2	1.9	2.3	2.3	2.0	2.4	2.1
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.3	2.4	2.1	2.6	2.5	2.2	2.4	2.3
Kannattavuus	2.7	2.5	2.4	2.4	2.9	2.6	2.6	2.5

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet 3-5 vuoden kuluttua? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	Myynti ja hankinnat	Ylin johto, automaatio- osaston johto	Tutkimus & tuoteke- hitys	Projekti-päällikkö / pro- jektin johto	Asennus, kunnossapito kokoonpano	Suunnittelu, IT konfi- gurointi, tuki, testaus	Konsultointi & koulutus	yht.
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.3	2.5	2.3	2.5	2.8	2.6	2.5	2.5
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.8	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.8	2.5	2.7	2.6	2.8	2.7	2.8	2.7
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	1.9	1.9	1.8	1.9	2.7	2.1	1.9	2.0
Työkaluyhteensopivuus	2.0	2.2	2.3	2.4	2.7	2.4	2.5	2.3
Tuotteistus	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.6	2.4	2.3	2.3	2.6	2.4	2.4	2.4
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.5	2.2	2.3	2.2	2.6	2.2	2.4	2.3
Yrityksen kasvun hallinta	2.0	2.3	1.8	2.2	2.1	2.1	1.9	2.1
Kova kilpailu	2.8	2.7	2.5	2.6	2.9	2.6	2.3	2.6
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	2.8	2.6	2.6
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.2	2.3	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2
Verkostoituminen	2.1	2.4	2.0	2.3	2.3	2.1	2.6	2.2
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.5	2.6	2.3	2.7	2.8	2.6	2.7	2.6
Kannattavuus	2.7	2.6	2.4	2.4	2.9	2.7	2.8	2.6

Ristiintaulukointeja yrityksen taustoihin

Automaation uudet trendit ja teknologiat - Mikä on niiden merkitys toimialallasi tällä hetkellä? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1
Suurten tietomäärien käsittely	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Älykkäät anturit	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Hajautettu automaatio	2.3	2.4	2.3	2.3	2.3
Web-pohjaiset automaatoratkaisut	2.2	2.0	2.2	2.0	2.1
Standardoinnin kehittyminen	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	1.8	1.8	1.8	1.9	1.8
Software-as-a-service	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.2	2.4	2.3	2.4	2.3
Verkottunut toiminta	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3

Automaation uudet trendit ja teknologiat - Mikä on niiden merkitys toimialallasi 3-5 vuoden kuluttua? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.6	2.5	2.7	2.5	2.6
Suurten tietomäärien käsittely	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8
Älykkäät anturit	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Hajautettu automaatio	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5
Web-pohjaiset automaatoratkaisut	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4
Standardoinnin kehittyminen	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	2.4	2.5	2.3	2.5	2.4
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2
Software-as-a-service	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.6	2.6	2.5	2.6	2.6
Verkottunut toiminta	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet tällä hetkellä? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.7	2.7	2.8	2.7	2.7
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0
Työkaluyhteensopivuus	2.1	2.3	2.2	2.4	2.3
Tuotteistus	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.2	2.3	2.2	2.3	2.3
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yrityksen kasvun hallinta	2.0	1.9	2.0	1.9	1.9
Kova kilpailu	2.5	2.5	2.5	2.6	2.5
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.0	2.2	2.0	2.2	2.1
Verkostoituminen	2.0	2.2	2.1	2.1	2.1
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Kannattavuus	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet 3-5 vuoden kuluttua? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0
Työkaluyhteensopivuus	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4
Tuotteistus	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Yrityksen kasvun hallinta	2.1	2.0	2.2	1.9	2.1
Kova kilpailu	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.1	2.3	2.2	2.3	2.2
Verkostoituminen	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6
Kannattavuus	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6

Automaation uudet trendit ja teknologiat - Mikä on niiden merkitys toimialallasi tällä hetkellä? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun-tarjoaja	loppu-käyttäjä tai muu	yht.
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.2	2.2	2.2	2.0	2.1
Suurten tietomäärien käsittely	2.5	2.3	2.5	2.4	2.5
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5
Älykkäät anturit	2.3	2.5	2.3	2.3	2.3
Hajautettu automaatio	2.4	2.3	2.4	2.3	2.3
Web-pohjaiset automaatiotratkaisut	2.2	2.2	2.0	2.0	2.1
Standardoinnin kehittyminen	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	2.3	2.2	2.1	2.1	2.2
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.3	2.5	2.4	2.4	2.4
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	2.0	1.9	1.7	1.8	1.8
Software-as-a-service	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.5	2.3	2.3	2.3	2.3
Verkottunut toiminta	2.4	2.3	2.3	2.2	2.3

Automaation uudet trendit ja teknologiat - Mikä on niiden merkitys toimialallasi 3-5 vuoden kuluttua? 1. ei lainkaan merkittävä 2. jonkin verran merkittävä 3. erittäin merkittävä	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun-tarjoaja	loppu-käyttäjä tai muu	yht.
Mobiililaitteiden käyttö/Langattomuus	2.7	2.6	2.6	2.4	2.6
Suurten tietomäärien käsittely	2.7	2.6	2.8	2.6	2.7
Tietoliikenneyhteyksien parempi hyödyntäminen	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8
Älykkäät anturit	2.5	2.9	2.5	2.6	2.6
Hajautettu automaatio	2.6	2.6	2.5	2.4	2.5
Web-pohjaiset automaatiotratkaisut	2.4	2.6	2.3	2.3	2.4
Standardoinnin kehittyminen	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6
Virtuaalisen ympäristön lisääntyminen	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4
Palveluliiketoiminnan kehittyminen	2.7	2.8	2.6	2.6	2.6
Avoimen lähdekoodin ratkaisut	2.4	2.2	2.1	2.1	2.2
Software-as-a-service	2.2	2.0	2.3	2.1	2.2
Informaatiojärjestelmien integroituminen	2.7	2.5	2.6	2.5	2.6
Verkottunut toiminta	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet tällä hetkellä? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.2	2.4	2.4	2.3	2.3
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.6	2.8	2.8	2.7	2.7
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	1.8	2.0	1.9	2.1	2.0
Työkaluyhteensopivuus	2.3	2.2	2.2	2.3	2.3
Tuotteistus	2.3	2.5	2.2	2.1	2.3
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.3	2.4	2.2	2.2	2.3
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.2	2.3	2.2	2.1	2.2
Yrityksen kasvun hallinta	1.7	2.0	2.0	1.9	1.9
Kova kilpailu	2.4	2.7	2.5	2.5	2.5
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.6	2.5	2.7	2.4	2.6
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.0	1.9	2.1	2.3	2.1
Verkostoituminen	2.2	2.3	2.1	2.0	2.1
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.3	2.4	2.3	2.4	2.3
Kannattavuus	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5

Mitkä ovat liiketoiminnan suurimmat haasteet 3-5 vuoden kuluttua? 1. ei haastetta 2. lievä haaste 3. merkittävä haaste	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
Nykyisten asiakkaiden palvelutason ylläpitäminen	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5
Uusien asiakkaiden löytäminen ja sitouttaminen	2.6	2.9	2.7	2.6	2.7
Uuden teknologian hallitseminen ja tuotekehitys	2.8	2.7	2.6	2.7	2.7
Liiallinen riippuvuus yhdestä isosta toimijasta	1.9	2.0	2.0	2.1	2.0
Työkaluyhteensopivuus	2.4	2.3	2.3	2.5	2.4
Tuotteistus	2.3	2.4	2.2	2.1	2.2
Kansainvälistyminen, globalisaatio	2.5	2.5	2.4	2.3	2.4
Siirtyminen palveluliiketoimintaan	2.3	2.5	2.3	2.3	2.3
Yrityksen kasvun hallinta	1.9	2.2	2.1	2.0	2.1
Kova kilpailu	2.5	2.7	2.6	2.6	2.6
Asiakkaiden/toimeksiantojen saaminen	2.6	2.7	2.6	2.5	2.6
Luotettavien alihankkijoiden löytäminen	2.1	2.2	2.1	2.5	2.2
Verkostoituminen	2.3	2.3	2.2	2.1	2.2
Osaavien työntekijöiden löytäminen	2.4	2.5	2.5	2.7	2.6
Kannattavuus	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6

Mikä on automaation osuus liiketoiminnasta tällä hetkellä? 1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
omaa tuotekehitystä automaation alalla	2.5	2.7	2.5	2.8	2.6
automaation vientitoimintaa	1.9	2.5	2.2	2.5	2.3
ohjelmistojen maahantuontia	1.3	1.7	1.6	1.6	1.6
laitteiden maahantuontia	2.0	2.0	2.3	1.6	2.0
järjestelmien maahantuontia	1.4	1.8	1.7	1.6	1.7
muuta maahantuontia	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2

Miten arvioit, että automaation osuus liiketoiminnastanne muuttuu 3-5 vuoden kuluttua? 1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
tuotekehityksessä	3.4	3.4	3.5	3.3	3.4
viennissä	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7
ohjelmistojen maahantuonnissa	3.1	3.2	3.3	3.0	3.2
laitteiden maahantuonnissa	3.7	3.3	3.5	3.2	3.4
järjestelmien maahantuonnissa	3.5	3.5	3.7	3.3	3.5
muussa maahantuonnissa	3.0	3.2	3.0	3.2	3.1

Mikä on automaation osuus liiketoiminnasta tällä hetkellä? 1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
omaa tuotekehitystä automaation alalla	1.2	2.0	1.4	1.6	1.6
automaation vientitoimintaa	1.3	1.9	1.7	1.9	1.7
ohjelmistojen maahantuontia	1.1	2.4	1.6	1.6	1.7
laitteiden maahantuontia	1.3	2.2	1.7	1.8	1.8
järjestelmien maahantuontia	1.4	2.1	2.0	2.1	2.0
muuta maahantuontia	1.2	2.4	1.6	1.9	1.8

Miten arvioit, että automaation osuus liiketoiminnastanne muuttuu 3–5 vuoden kuluttua?	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
1. vähenee merkittävästi					
2. vähenee jonkin verran					
3. pysyy ennallaan					
4. kasvaa jonkin verran					
5. kasvaa merkittävästi					
omaa tuotekehitystä automaation alalla	3.5	3.5	3.5	3.1	3.4
automaation vientitoimintaa	3.8	3.5	4.0	3.4	3.7
ohjelmistojen maahantuontia	3.0	3.4	3.2	2.9	3.2
laitteiden maahantuontia	3.0	3.5	3.5	3.0	3.4
järjestelmien maahantuontia	3.0	3.8	3.5	3.1	3.5
muuta maahantuontia	3.0	3.0	3.3	3.0	3.1

Mikä on omien tuotteiden osuus liiketoiminnasta?	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
1. 25%					
2. 50%					
3. 75%					
4. 100%					
tällä hetkellä?	2.6	3.0	2.6	3.1	2.9
3-5 vuoden kuluttua?	2.5	2.8	2.5	3.0	2.7

Mikä on omien tuotteiden osuus liiketoiminnasta?	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
1. 25%					
2. 50%					
3. 75%					
4. 100%					
tällä hetkellä?	2.8	2.5	2.9	3.0	2.8
3-5 vuoden kuluttua?	2.8	2.4	2.8	3.0	2.7

Yrityksellä on Suomen ulkopuolella tällä hetkellä:	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
1. 0%					
2. 25%					
3. 50%					
4. 75%					
5. 100%					
tuotantoa	1.5	2.5	1.8	2.5	2.1
tuotekehitystä	1.2	1.8	1.5	1.7	1.6
suunnittelua	1.3	2.0	1.5	2.0	1.7
muuta alihankintaa	1.4	1.9	1.7	1.7	1.7

Yrityksellä on Suomen ulkopuolella 3–5 vuoden kuluttua: 1. 0% 2. 25% 3. 50% 4. 75% 5. 100%	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
tuotantoa	1.9	3.0	2.3	2.9	2.6
tuotekehitystä	1.4	2.0	1.6	1.9	1.8
suunnittelua	1.4	2.3	1.7	2.3	2.0
muuta alihankintaa	1.4	2.1	1.8	1.9	1.8

Yrityksellä on Suomen ulkopuolella tällä hetkellä: 1. 0% 2. 25% 3. 50% 4. 75% 5. 100%	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palveluntarjoaja	loppukäyttäjä tai muu	yht.
tuotantoa	1.3	2.5	2.0	2.4	2.1
tuotekehitystä	1.2	2.0	1.4	1.6	1.6
suunnittelua	1.3	1.9	1.7	1.9	1.7
muuta alihankintaa	1.1	2.4	1.6	1.6	1.7

Yrityksellä on Suomen ulkopuolella 3–5 vuoden kuluttua: 1. 0% 2. 25% 3. 50% 4. 75% 5. 100%	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palveluntarjoaja	loppukäyttäjä tai muu	yht.
tuotantoa	1.6	2.8	2.5	3.0	2.6
tuotekehitystä	1.3	2.2	1.7	1.8	1.8
suunnittelua	1.4	2.1	2.0	2.1	2.0
muuta alihankintaa	1.2	2.4	1.6	1.9	1.8

Miten montaa ulkomaista päämiestä edustaa? 1. 1-4 2. 5-9 3. 10 tai useampaa	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
tällä hetkellä	1.6	1.7	1.8	1.4	1.7
3-5 vuoden kuluttua	1.9	1.7	2.0	1.3	1.8

Mitä myytte tällä hetkellä ja mikä on näiden osuus liiketoiminnastanne Suomessa? 1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Ohjelmistot	2.3	2.4	2.2	2.5	2.4
Laitteistot	2.7	2.6	2.7	2.5	2.6
Järjestelmät	2.1	2.7	2.3	2.6	2.5
Suunnitelu	2.2	2.8	2.2	3.0	2.6
Kunnossapito	1.9	2.1	1.8	2.3	2.0
Asennus	1.8	2.0	1.9	2.0	1.9
Projektinhallinta	2.3	2.8	2.4	2.9	2.6
Varastonhallint./Varastointi	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7

Mitä myytte tällä hetkellä ja mikä on näiden osuus liiketoiminnastanne Suomen ulkopuolella? 1. ei lainkaan 2. vähäinen 3. kohtalainen 4. merkittävä	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Ohjelmistot	1.6	2.3	1.7	2.4	2.1
Laitteistot	1.9	2.4	2.1	2.4	2.2
Järjestelmät	1.5	2.5	1.8	2.5	2.2
Suunnitelu	1.6	2.4	1.7	2.6	2.1
Kunnossapito	1.4	2.0	1.4	2.1	1.8
Asennus	1.3	1.8	1.4	1.9	1.6
Projektinhallinta	1.5	2.4	1.7	2.5	2.1
Varastonhallint./Varastointi	1.1	1.6	1.2	1.7	1.4

Miten näet osuuden muuttuvan 3–5 vuoden kuluttua liiketoiminnassanne Suomessa? 1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Ohjelmistot	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2
Laitteistot	3.3	3.0	3.3	2.9	3.1
Järjestelmät	3.4	3.3	3.6	3.1	3.4
Suunnitelu	3.2	3.1	3.4	3.0	3.2
Kunnossapito	3.5	3.4	3.5	3.4	3.4
Asennus	3.2	3.1	3.2	3.0	3.1
Projektinhallinta	3.4	3.2	3.4	3.1	3.3
Varastonhallint./Varastointi	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1

Miten näet osuuden muuttuvan 3–5 vuoden kuluttua liiketoiminnassanne Suomen ulkopuolella?	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
1. vähenee merkittävästi					
2. vähenee jonkin verran					
3. pysyy ennallaan					
4. kasvaa jonkin verran					
5. kasvaa merkittävästi					
Ohjelmistot	3.5	3.4	3.4	3.5	3.4
Laitteistot	3.5	3.2	3.5	3.2	3.3
Järjestelmät	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4
Suunnitelu	3.2	3.5	3.2	3.6	3.4
Kunnossapito	3.1	3.4	3.1	3.6	3.3
Asennus	3.1	3.2	3.1	3.3	3.2
Projektinhallinta	3.1	3.4	3.2	3.4	3.3
Varastonhallint./Varastointi	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1

Mitä myytte tällä hetkellä ja mikä on näiden osuus liiketoiminnastanne Suomessa?	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
1. ei lainkaan					
2. vähäinen					
3. kohtalainen					
4. merkittävä					
Ohjelmistot	2.5	2.3	2.6	1.8	2.4
Laitteistot	2.1	3.6	2.6	1.9	2.6
Järjestelmät	2.2	2.7	2.8	1.9	2.5
Suunnitelu	2.9	2.1	3.0	2.1	2.6
Kunnossapito	1.6	1.9	2.3	2.1	2.1
Asennus	1.3	1.9	2.1	2.0	1.9
Projektinhallinta	2.7	2.1	3.2	2.3	2.6
Varastonhallint./Varastointi	1.3	2.2	1.6	1.5	1.7

Mitä myytte tällä hetkellä ja mikä on näiden osuus liiketoiminnastanne Suomen ulkopuolella?	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun- tarjoaja	loppu- käyttäjä tai muu	yht.
1. ei lainkaan					
2. vähäinen					
3. kohtalainen					
4. merkittävä					
Ohjelmistot	1.9	1.9	2.4	1.8	2.1
Laitteistot	1.6	2.8	2.3	1.9	2.2
Järjestelmät	1.6	2.2	2.4	1.9	2.1
Suunnitelu	1.9	1.8	2.5	1.7	2.1
Kunnossapito	1.6	1.5	2.0	1.7	1.8
Asennus	1.4	1.6	1.8	1.5	1.6
Projektinhallinta	1.8	1.9	2.6	1.6	2.1
Varastonhallint./Varastointi	1.4	1.7	1.4	1.3	1.4

Miten näet osuuden muuttuvan 3–5 vuoden kuluttua liiketoiminnassanne Suomessa? 1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun-tarjoaja	loppu-käyttäjä tai muu	yht.
Ohjelmistot	3.3	3.4	3.2	3.0	3.2
Laitteistot	3.0	3.3	3.2	2.9	3.1
Järjestelmät	3.5	3.7	3.2	3.1	3.4
Suunnitelu	3.2	3.5	3.1	2.9	3.2
Kunnossapito	3.2	3.6	3.5	3.3	3.4
Asennus	3.0	3.2	3.2	2.9	3.1
Projektinhallinta	3.2	3.5	3.4	2.8	3.3
Varastonhallint./Varastointi	3.0	3.4	3.1	2.6	3.1

Miten näet osuuden muuttuvan 3–5 vuoden kuluttua liiketoiminnassanne Suomen ulkopuolella? 1. vähenee merkittävästi 2. vähenee jonkin verran 3. pysyy ennallaan 4. kasvaa jonkin verran 5. kasvaa merkittävästi	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	Palvelun-tarjoaja	loppu-käyttäjä tai muu	yht.
Ohjelmistot	3.4	3.3	3.5	3.4	3.4
Laitteistot	3.1	3.3	3.4	3.3	3.3
Järjestelmät	3.4	3.4	3.4	3.2	3.4
Suunnitelu	3.4	3.3	3.4	3.6	3.4
Kunnossapito	3.3	3.2	3.3	3.6	3.3
Asennus	3.3	3.1	3.2	3.3	3.2
Projektinhallinta	3.4	3.2	3.3	3.2	3.3
Varastonhallint./Varastointi	3.2	3.1	3.1	3.4	3.1

Onko yrityksellä yhteistyötä tällä hetkellä? 1. ei lainkaan 2. jonkin verran 3. merkittävästi	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Ammattikorkeakoulujen kanssa	1.5	1.7	1.6	1.7	1.7
Yliopistojen kanssa	1.7	2.0	1.6	2.1	1.9
Tutkimuslaitosten kanssa	1.5	2.0	1.6	2.1	1.8

Onko yrityksellä yhteistyötä 3–5 vuoden kuluttua? 1. ei lainkaan 2. jonkin verran 3. merkittävästi	Liikevaihto milj. €		Henkilöstömäärä		yht.
	alle 5	yli 5	alle 500	yli 500	
Ammattikorkeakoulujen kanssa	1.7	1.9	1.9	1.8	1.8
Yliopistojen kanssa	1.9	2.1	1.9	2.3	2.1
Tutkimuslaitosten kanssa	1.7	2.1	1.8	2.2	2.0

Onko yrityksellä yhteistyötä tällä hetkellä? 1. ei lainkaan 2. jonkin verran 3. merkittävästi	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun-tarjoaja	loppu-käyttäjä tai muu	yht.
Ammattikorkeakoulujen kanssa	1.6	1.8	1.6	1.7	1.7
Yliopistojen kanssa	2.3	1.7	1.7	2.0	1.9
Tutkimuslaitosten kanssa	2.2	1.8	1.6	2.0	1.8

Onko yrityksellä yhteistyötä 3–5 vuoden kuluttua? 1. ei lainkaan 2. jonkin verran 3. merkittävästi	tutkimus ja konsultointi	maahantuonti ja myynti	palvelun-tarjoaja	loppu-käyttäjä tai muu	yht.
Ammattikorkeakoulujen kanssa	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8
Yliopistojen kanssa	2.4	2.0	1.9	2.2	2.1
Tutkimuslaitosten kanssa	2.4	2.0	1.8	2.1	2.0

Liite B. Pk-edustajien työpaja

Muistio ryhmätöistä 16.2.2010.

Aihe: Tiedon kerääminen, validointi, jalostus ja louhinta	
Vahvuudet (S) • Suuri osajien joukko (mittaustekniikka, tietotekniikka, signaalinkäsittely, adaptiivinen informatiikka, algoritmit) • menetelmiä on paljon • dataa on paljon • datan käyttäjillä, tulkitsijoilla hyvä koulutus	Mahdollisuudet (O) • tekniikat universaaleja, suuri potentiaali, osaamisella laajat markkinat • syvä sovellusosaaminen toimialoitain, yhdistäminen sovellusosaamiseen • integrointi automaatiojärjestelmiin • virtuaalitoimistot • palvelu • mobiili-internet
Heikkoudet (W) • suuryritykset (väh. innovatiivisia) vs. innovatiiviset pk-yritykset • pk-yrityksillä vähän intoa ja resursseja kansainvälistymiseen, osavista henkilöistä pulaakin • Suomen pienet markkinat, isot markkinat kaukana • large-scale-mallinnusmenetelmät eivät toimi • tietojen hyödyntäminen päätöksentekoon • prosessien ymmärtämisessä puutteita • kustannusrakenne	Uhat (T) • markkinoille pääsyn vaikeus • liian tiukka ohjaus vs. anna kaikkien kukkien kukkia • liian erilaiset tarpeet, tapaukset synergiselle tutkimusohjelmalle • isot dominoivat, pienet (myös Suomi) jaloissa • oleellinen tieto hukkuu massaan • reaaliaikavaatimuksia ei ymmärretä
Toimenpiteet • tuettava pk-yritysten kansainvälistymistä • panostuksia tiedon jalostamiseen, erityisalgoritmeihin • tehtävä todellisia large-scale-sovelluksia • usean erikoisosaamisen yhdistäminen • oikeiden liiketoimintatapojen kehittäminen, verkottuminen globaaleihin arvoketjuihin • korkeatasoisen tutkimuksen turvaaminen jatkossakin • keskittyminen erityisosaamisiin, hallittu riskinotto	

Tiedon tarjoamat uudet sovellukset ja palvelut, tiedon myynti

Vahvuudet (S)

- on suuria datamääriä ja laskentakapasiteettia
- etäoperointi
- luotettavia langattomia ratkaisuja prosessiautomaatioon
- osaaminen vahvaa uusien sovellusten tekemiseen, laaja-alaisuutta, joustavuutta, luovuutta
- hyvä sovellusosaaminen joillakin aloilla

Mahdollisuudet (O)

- yritykset ulkoistamassa, nyt tilaisuuksia
- liikkeenjohdon laskennalliset mittarit (tuotteeksi)
- kapeiden osaamisalueiden tuotteistus, globaaleille markkinoille, perinpohjainen tuntemus, ylivoimainen asiantuntemus
- opittu ostamaan palvelua
- paljon olemassa, hyödyntämättä kaupallisesti
- prosessitiedon jalostettu analyysi, ml. ympäristötiedot
- ulkomaisten tuotantolaitosten data-based optimization etänä
- data reconciliation datan validointiin
- menetelmien kehittäminen automaatiojärjestelmiin
- langattomat reaaliaikaiset tietopalvelut (ongelmakohteiden paikannus, operaattori osana prosessia)
- teollisuusautomaatio-osaamisen hyödyntäminen muille aloille (terveydenhuolto, globaalit palvelut langattomilla laitteilla)
- sosiaalisen median hyödyntäminen

Heikkoudet (W)

- palveluliiketoimintahankkeet hajautuneet moniin ohjelmiin (SERVE, FUTIS, ...)
- kotikutoisuus (ulkomaisten osallistuminen hankkeisiin tehty vaikeaksi)
- vähän kokemuksia uusista kv. liiketoiminnoista
- pienet rahoitusresurssit
- ei osata myydä palvelua, markkinointiosaaminen uusien sovellusten osalta heikoissa kantimissa
- ei ymmärretä asiakasta ja sen tarpeita
- liian vähän poikkitieteellistä yhteistyötä ja tutkimusta

Uhat (T)

- kuka omistaa tiedon
- suljetut järjestelmät estävät muita pääsemästä markkinoille
- suurten globaalien ylivoima
- ei löydy niche-alueita
- rahat ei riitä

Toimenpiteet

- asennemuutos: myydään hyötyjä johtajille, ei tekniikkaa insinööreille
- järjestelmien integrointi (MES, ERP, automaatio, ...)
- tuotteistus
- pilotti datan omistajuuden selvittämiseksi
- ryhdytään luokiteltujen tietovarastojen rakentamiseen, palvelujen tuotteistusnäkökulmasta, cf. genomipankit lääketieteessä
- tutkimuksen laaja-alainen tuki liiketoiminnalle
- osaaminen oikeasti järjestelmiin, hyötykäyttöön, myydyksi; kokemuksen ja tutkimuksen tulosten hyödyntäminen
- teknologian etulinjassa (esim. ethernet-pohjainen automaatio)
- kilpailuetuja tuovien markkinasegmenttien etsiminen
- low hanging fruits: nopea yksinkertainen toteutus isoille markkinoille ennen muita

Julkisesti tuotetut erikoisohjelmat, ison kyljessä	
Vahvuudet (S) • paljon rahoituslähteitä • valtiovalta voi avata ovia	Mahdollisuudet (O) • pk-firmit suoraan isoille loppuasiakkaille + markkinat (edullinen tapa testata vientimahdollisuuksia, suora asiakastarve ja -rajapinta)
Heikkoudet (W) • huono fokusointi automaatioalalla • asiakastarvekartoitus	Uhat (T) • rönsyily
Toimenpiteet • kapeita ad-hoc-rajattuja toimialoja, viedään kohdealueelle, -asiakkaalle	

Pienet yhdessä	
Vahvuudet (S) • kustannusten jakaminen • mahdollisuus julkisiin tukiin • vakuuttavuus	Mahdollisuudet (O) • osakokonaisuuksia pienestä • t&k-yhteistyö • nopeus tuoda uudet teknologiat nopeasti asiakkaiden käyttöön, joustavuus
Heikkoudet (W) • veturin puute • luottamuspuula	Uhat (T) • sopimusjuridiikka
Toimenpiteet • pk-tutkimusyhteistyöverkko • tapaamisfoorumi	

Käynnissäpito	
Vahvuudet (S) • on oikeasti arvoa • tekninen osaaminen	Mahdollisuudet (O) • tuotteistus, vakioidut toimintatavat, kumppanuus • laajentaminen • ICT, extranet palvelukanava
Heikkoudet (W) • myynti so. lisäarvon osoittaminen • hyötymittojen puute • ylipalveleminen	Uhat (T)
Toimenpiteet • tuotteistaminen • verkoston toimintatavat • asiakkaan liiketoiminnan ymmärtämisen parantuminen	

Olemassa olevien projektien/tuotteiden yhdistäminen palveluiksi

- tiedon kuvaaminen
- gatewayt
- käyttöliittymät
- tehdyn sw:n monihyödyntäminen
- kuluttajainnovaatioiden hyödyntäminen

Arvon tunnistaminen sovelluksissa + valmiit referenssit

- olemassa olevan hyödyntäminen
- nopea hyödyntäminen
- varmempi tekniikka

Palvelukonseptien arviointi, testausalustat

- palveluiden potentiaalien arviointi
- sw?
- nettirajapintoja
- menestyvien palveluiden tunnistus
- projektit palveluksi

WWW	
Vahvuudet (S) • halpa • leviää laajalle • on tulevaisuutta	Mahdollisuudet (O) • sosiaalinen media • virtuaaliset referenssit • verkostojen toiminta paranee • virtuaalinen koulutus
Heikkoudet (W) • suojauksen kehittymättömyys	Uhat (T) • teollisuus ei pysy ICT:n kehittämisen perässä • kopiointi
Toimenpiteet • referenssiportaali	

Verkon toiminnan mahdollisuudet	
Vahvuudet (S) • osaaminen	Mahdollisuudet (O) • isot projektit myös pk-yrityksille
Heikkoudet (W) • standardoinnin puute, epäsopivat järjestelmät • kokonaisuuden hallinta	Uhat (T)
Toimenpiteet	

Kansainvälisyys tutkimuksessa ja koulutuksessa	
Vahvuudet (S) • tekninen osaaminen, luotettavuus • ei lukukausimaksuja • teollisuuden ja tutkimuksen yhteistyö • kv., englanninkieliset ohjelmat • osaamisketjut • ketteryys • kaikki tuntevat kaikki	Mahdollisuudet (O) • energia-ala nousussa, energiaverkot, hajautettu tuotanto, sähkökäytöt • EU-puiteohjelmien laajempi hyödyntäminen • ulkomainen presenssi • Aalto-yliopisto
Heikkoudet (W) • kuppikuntaisuus • kv. liiketoimintaosaaminen • lyhytjänteinen projektivetoinen toiminta • SHOK:eissa ei automaatiota	Uhat (T) • teoriaosaaminen hiipuu • nuorten matemaattinen osaaminen
Toimenpiteet • EU:ssa menestymisen opiskelu, kokemusten hyödyntäminen • kv. liiketoimintaosaamisen vahvistaminen • ketteryyden hyödyntäminen	

Kv. liiketoimintaosaaminen	
Vahvuudet (S) • Suomessa monia globaaleja veturiyrityksiä • joustava automaatio osataan	Mahdollisuudet (O) • veturien ja pk:n verkottuminen • niche-sovellukset • palvelutuotteet • törkeät asiakaslupaukset • brändäys • energia-ala, eko • kokonaisvaltaiset palvelumallit • taantuman jälkeinen kasvu
Heikkoudet (W) • vaihteleva kielitaito • kv. kulttuuriosaaminen • ilmasto • esiintymistaito • taantuma	Uhat (T) • t&k siirtyy ulkomaille tuotannon perässä • insinöörikunnan oheneminen
Toimenpiteet • kansainvälisyystaidot • asiakaslupaukset ja palvelumallit • energia, eko, green automation	

Aihe: Eko- ja energiatehokkuus	
Vahvuudet (S) - tuulivoimaosaaminen - metsäpuolen ketjut kunnossa - energiatehokkuus ja ympäristöosaaminen, vuosien osaaminen - sellu- ja paperiteollisuus	Mahdollisuudet (O) - cleantech hypes - hajautettu energiantuotanto - kestävä kehitys korostuu - biotalouden automaatio
Heikkoudet (W) sähköverkkojen tutkimus	Uhat (T) - epävarmuus poliittisessa päätöksenteossa - protektionismi - vaikeita prosesseja, vaikeita raaka-aineita
Toimenpiteet - ympäristöarvot brändäyksessä ja markkinoinnissa - rahoitusosaaminen - biotalouden automaatio	

Aiheiden priorisointi tuplatiimillä

Tutkimus & opetus

Kansainvälistyvä tutkimus (10)

Kansainvälinen liiketoimintaosaaminen (5)

Eko- ja energiatehokkuus (4)

Automaation tutkintoprofili (1 ääntä)

Virtuaalinen, digitaalinen tehdas, kone (4)

Ihmiskeskeisyys (2)

Sosiaalinen media (3)

Alueellistaminen ja pk, AMK:t (1)

Liite C. Rakennusautomaation standardointi

Rakennusautomaation standardointijärjestöt ja -komiteat

Tärkeimmät kansainväliset standardisointijärjestöt ovat ISO ja IEC. ISO (International Organization for Standardization) on maailman suurin kansainvälisten standardien kehittäjä ja muodostuu 163 eri maan kansallisen standardisointijärjestön verkostosta. IEC (International Electrotechnical Committee) valmistelee ja julkaisee kansainvälisiä standardeja sähkö- ja elektroniikka-alan teknologioihin liittyen.

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) on voittoa tuottamaton organisaatio ja muodostuu 31 eri Euroopan maan kansallisesta komiteasta (Electrotechnical Committees). Ajankohtaisen Smart Metering standardisoinnin kehitystyö Euroopassa tullaan toteuttamaan kansainvälisellä tasolla. Euroopassa tämä tarkoittaa yhteistyön syventymistä eri standardisointijärjestöjen välillä: CENELEC, ETSI (European Telecommunication Standards Institute) ja CEN (European Committee for Standardization).

Rakennusautomaation kannalta tärkeimmät standardisointikomiteat ovat CEN/TC 247 Building Automation, Controls and Building Management, ISO/TC 205 WG3 Building Control System Design, ja ANSI/ASHRAE SSPC 135.

ISO/TC 205 kehittää kansainvälisten standardien järjestelmää rakenne-

tun ympäristön "built environment" tarpeisiin, standardien soveltaminen on rajoitettu kaupalliseen ja institutionaaliseen tarkoitukseen. ISO/TC 205 WG 3 Building Control System Design -työryhmä vastaa rakennusautomaation standardoinnista. ISO on hyväksynyt rakennusautomaation kansainväliseksi standardeiksi KNX, LonWorks, ja BACnet teknologiat.

CEN/TC 247 kehittää eurooppalaisia standardeja rakennusautomaatioon, säätöön ja rakennusten hallintaan sekä asuin- että toimitilarakennuksiin. Työryhmä WG4 Open Data Transmission kehittää tiedonsiirtostandardeja rakennusautomaatiojärjestelmiin ja se on hyväksynyt standardeja KNX, LonWorks ja BACnet teknologioille.

ANSI/ASHRAE SSPC 135 kehittää ja ylläpitää BACnet standardia. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) järjestö edistää kestävästä kehityksestä palvelevaa teknologiaa alalla.

Rakennusautomaation keskeisimmät standardit

KNX teknologia on avoin, lisenssimaksuvapaa ja alustariippumaton standardi sekä koti- että rakennusautomaatioon ja perustuu suljettujen järjestelmien (Batibus, EIB and EHS) yli kymmenen vuoden kehitystyön tuloksiin. KNX teknologiaa voidaan käyttää rakennus-

ten monien sovellusten, kuten valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja turvajärjestelmät, ohjaamiseen. KNX teknologia soveltuu asennettavaksi sekä pieniin asuin- että suuriin toimitilarakennuksiin. KNX on kansainvälisesti hyväksytty standardi (ISO/IEC 14543-3, CENELEC EN 50090, CEN EN 13321-1 ja Chinese Standard GB/Z 20965). (KNX 2010)

LonWorks järjestelmä perustuu LonWorks verkkoteknologiaan, jota hyödyntäen eri laitevalmistajien ohjauslaitteet voivat kommunikoida keskenään yhteisen protokollan avulla, teknologiaa voidaan käyttää sekä koti- että rakennusautomaation sovelluksiin. Yhteinen kommunikointiprotokolla on nimeltään LonTalk ja sulautettu äly on toteutettu laitteeseen integroidun neuron-piirin avulla. Yhteensopivuus perustuu standardoituihin verkkomuuttujiin (Standard Network Variable Types), joita LonMark International järjestö ylläpitää. LonWorks on kansainvälisesti hyväksytty standardi (ANSI/CEA-709.1, EN 14908, ISO/IEC 14908-1, -2, -3, and -4). Tällä hetkellä LonMark International kehittää yhteistyössä EnOcean Alliance järjestön kanssa alustaa, jonka avulla LonWorks protokolla tuodaan osaksi langattomia verkkoja. EnOcean järjestö kehittää langattomia ja vähävirtaisia/virrattomia päätelaitteita, kuten lämpötila- ja kosteusantureita, rakennuksiin. (LonMark 2010)

BACnet teknologia perustuu oliopohjaiseen tietomalliin, jossa esitetään konfigurointi- ja toimintavat eri ohjauslaitteille. BACnet määrittelee myös viestejä ja palveluja, joita välitetään client-server periaatteen mukaisesti. BACnet tukee kaikkia kolmea rakennusautomaation tasoa, mutta so-

veltuu parhaiten käytettäväksi isojen toimitilarakennusten automaatio- ja hallintatasolla. BACnet on kansainvälisesti hyväksytty standardi (ASHRAE/ANSI Standard 135, ISO 16484-5). BACnet määrittelee useita datalinkki/fyysisiä tasoja, kuten ARCNET, Ethernet, BACnet/IP, Point-

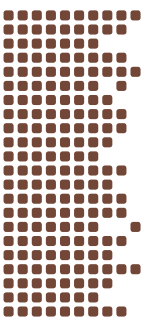
To-Point over RS-232, Master-Slave/Token-Passing over RS-485, ja LonTalk. Uudessa standardissa, ANSI/ASHRAE Standard 135-2008, määritellään myös ZigBee teknologian käytön BACnet:n datalinkkikerroksena. (BACnet 2010).



Tekesin katsauksia

- 271/2010 Automaatio liiketoimintaprosessien tukena. Jean-Peter Ylén, Olli Ventä, Teemu Tommila, Jari Lappalainen, Juhani Hirvonen, Tommi Karhela, Matti Paljakka, Hannu Lehtinen, Juhani Heilala, Janne Peltonen, Timo Malm, Janne Valkonen, Paavo Voho. 111 s.
- 270/2010 Aineeton pääoma ja tuotto-odotukset. Tempo Economics Oy.
- 269/2010 Löystymätön ruuvi – merkittäviä kotimaisia metsä- ja metallisektoreiden innovaatioita 60 vuoden ajalta. Juha Oksanen, Nina Rilla, Pekka Pesonen ja Eija Ahola. 47 s.
- 268/2010 Puhtaasti asiakkaalle – suomalaisen kemianteollisuuden menestyksen tekijät globaalissa kilpailussa. Marjo Mäenpää, Jani Saarinen, Peter Sikow ja Pekka Pesonen. 51 s.
- 267/2010 Silicon Valley Journey – Experiences of Finnish IT Startups from Dot-Com Boom to 2010. Raija Rapo & Marita Seulamo-Vargas. 175 p.
- 266/2010 Kemian osaamisen kartoitus. 48 s.
- 265/2009 Palvelujen kansainvälistymisen muodot ja polut – Selvitys liike-elämän asiantuntijapalvelujen kansainvälistymisestä ja sen merkityksestä yritysten kasvulle. Marja Toivonen, Irma Patala, Pekka Lith, Tiina Tuominen ja Anssi Smedlund. 76 s.
- 264/2009 BioRefine Programme 2007–2012. Yearbook 2009.
- 263/2009 Itseuudistumisen kapasiteetti ja alueelliset innovaatiopolitiikat. Markku Sotara (toim.). 139 s.
- 262/2009 Drive for Future Software Leverage. The Role, Importance, and Future Challenges of Software Competences in Finland. Mikael von Hertzen, Jyrki Laine, Sami Kangasharju, Juhani Timonen and Maarit Santala. 93 p.
- 261/2009 REACH-palveluiden markkinaselvitys. Piia Pessala, Tiina Pursula, Ylva Gilbert, Xiaona Tang. 48 s.
- 260/2009 Yhteiseltä areenalta globaaleille markkinoille – Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin innovaatioympäristön toimintamalli. Tommi Ranta ja Anssi Uitto. 42 s.
- 259/2009 Technology Transfer of Research Results Protected by Intellectual Property: Finland and China. Rainer Oesch. 28 p.
- 258/2009 Ruoripotkurilaitteiden liiketoiminta Suomessa. 33 s.
- 257/2009 Globaalit arvoverkostot. HM&V Research Oy. 122 s.
- 256/2009 Palvelemisesta palveluliiketoimintaan – Asiakasymmärrys palveluliiketoiminnan perustana. Heli Arantola ja Kimmo Simonen. 37 s.
- 255/2009 Megatrendit ja me. Eija Ahola ja Anne Palkamo (toim.). 56 s.
- 254/2009 Evaluation of Bioprocessing Expertise in Finland. Colja Laane. 22 s.
- 253/2009 Markkinamekanismit julkisissa palveluissa. Marja Häyrinen-Alestalo, Ville Mälkönen ja Pekka Valkama. 63 s.
- 252/2009 Ohjelmistoalan liiketoiminta Oulun seudulla.
- 251/2009 Sääpalveluiden liiketoiminta Suomessa. 19 s..

Julkaisujen tilaukset Tekesistä: www.tekes.fi/julkaisut



Lisätietoja
Kari Koskela
Tekes
Puh. 050 4395736
kari.koskela@tekes.fi

Peter Ylén
VTT
Puh. 040 5077474
peter.ylen@vtt.fi

**Tekes – teknologian ja innovaatioiden
kehittämiskeskus**

vaihde 010 191 480
asiakasneuvonta info@tekes.fi
kirjaamo kirjaamo@tekes.fi
Kyllikinportti 2, Länsi-Pasila, PL 69
00101 Helsinki
www.tekes.fi

Toukokuu 2010

ISSN 1797-7339
ISBN 978-952-457-503-4

